

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Odontología**  
**Escuela Profesional de Odontología**



**Influencia del tamaño del grano de diamante de las piedras dentales para preparaciones cavitarias en la microfiltración marginal de restauraciones de resina en premolares, utilizando un adhesivo universal, Arequipa 2024**

Tesis presentada por el Bachiller:

**Miranda Mamani, Fernando**

**ORCID: 0009-0003-7527-5615**

para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor (a):

**Dr. Tejada Tejada, Renan Fernando**

**ORCID: 0009-0002-0779-9815**

**Arequipa – Perú**

**2025**

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**ODONTOLOGIA**

**TITULACIÓN CON TESIS**

**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 11 de Agosto del 2025

**Dictamen:** 011223-C-EPO-2025

Visto el borrador del expediente 011223, presentado por:

**1988104901 - MIRANDA MAMANI FERNANDO**

Titulado:

**INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL GRANO DE DIAMANTE DE LAS PIEDRAS DENTALES PARA PREPARACIONES CAVITARIAS EN LA MICROFILTRACIÓN MARGINAL DE RESTAURACIONES DE RESINA EN PREMOLARES, UTILIZANDO UN ADHESIVO UNIVERSAL, AREQUIPA 2024**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

**CIRUJANO DENTISTA**

**29242362 - GALLEGOS VARGAS HERBERT MARIO  
DICTAMINADOR**



**29238358 - SALAS ROJAS MONICA HILDA CLEOFE  
DICTAMINADOR**



**70360766 - MEZA ZEGARRA SOLANGE ANA  
DICTAMINADOR**



# INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL GRANO DE DIAMANTE DE LAS PIEDRAS DENTALES PARA PREPARACIONES CAVITARIAS EN LA MICROFILTRACIÓN MARGINAL DE RESTAURACIONES DE RESINA EN PREMOLARES, UTILIZANDO UN ADHESIVO UNIV

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María	16%
	Trabajo del estudiante	
2	repositorio.uladech.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

## DEDICATORIA

*Quisiera elevar, antes que nada, este logro como un tributo a Dios, fuente infinita de fortaleza y claridad en los momentos de incertidumbre.*

*A mis padres, pilares fundamentales de mi existencia, les dedico no solo estas palabras, sino el alma entera de este proyecto. Ellos han sido mi inspiración más profunda y el refugio al que siempre regreso.*

*A mis hijas, luz de mis ojos y motivo de cada esfuerzo, les agradezco por su amor incondicional y su compañía fiel.*



## AGRADECIMIENTOS

*Quiero agradecer en primer lugar a Dios.*

*A toda mi familia por estar siempre a mi lado.*

*A mi asesor de tesis, el Dr. Renan Tejada, por su guía y acompañamiento durante todo el proceso.*

*Y finalmente, a todas las personas que de alguna u otra manera me ayudaron y me motivaron a seguir adelante.*

*Gracias a todos ellos*



## RESUMEN

El objetivo de este trabajo de investigación será el de comparar el grado de microfiltración que existe en las paredes cavitarias de acuerdo al tipo de rugosidad superficial que se presenta por el formato de piedra diamantada # 141-014, con cuatro diferentes tipos de granulación: fina, media, gruesa y extra gruesa.

Para realizar el presente estudio, se consiguieron 40 premolares superiores, todos sanos y que fueron extraídos por indicación de tratamiento ortodóntico. Las muestras se dividieron en 4 grupos conocidos como A, B, C, y D con 10 premolares por cada grupo. En cada premolar se realizaron 2 cavidades, una vestibular y otra palatina, haciendo un total de 20 cavidades por grupo.

El grupo A incluyó 20 premolares con una cavidad creada en la superficie vestibular con una piedra de diamante de grano fino N° 141-014F. En el grupo B, se creó una cavidad en la superficie palatina de los mismos 20 premolares que en el grupo A con una fresa de diamante de grano medio N° 141-014M. El grupo C incluyó 20 premolares con una cavidad creada en la superficie vestibular con una piedra de diamante de grano grueso N° 141-014C. En el grupo D, se creó una cavidad en la superficie palatina de los mismos 20 premolares que en el grupo C con una piedra de diamante de grano extra grueso N° 141-014XC.

Luego de realizar el proceso de termociclaje, la tinción con azul de metileno y los cortes de todas las muestras, se procedió a realizar la observación con el estereomicroscopio para catalogar los grados de filtración marginal observados en cada muestra. Y podemos ver que en el grupo A el mayor porcentaje (45 %) de filtración fue de grado 1, es decir, hasta la mitad de la pared del esmalte. En el grupo B encontramos una filtración de grado 2 (totalidad del esmalte) en el 55 % de los casos. Mientras que en grupo C, con un porcentaje de 45 %, se produjo filtración de grado 4 (penetración del colorante en toda la pared dentinal de la cavidad). Por último, en el grupo D, la penetración fue de grado 4 también en un 50 % de las muestras.

Usando la prueba estadística de U de Mann Whitney, comprobamos que si existe una diferencia significativa en la comparación de la característica cualitativa ordinal (microfiltración), es decir que el grano de diamante de las piedras dentales si influye en la filtración marginal al realizar las cavidades.

**Palabras clave:** Microfiltración marginal, piedras de diamante, preparaciones cavitarias.

## ABSTRACT

The objective of this research study was to compare the degree of microleakage in cavity walls according to the type of surface roughness present in diamond stone size #141-014, with four different grits: fine, medium, coarse, and extra-coarse.

To conduct this study, 40 healthy maxillary premolars were extracted for orthodontic treatment. The samples were divided into four groups, known as A, B, C, and D, with 10 premolars per group. Two cavities were created in each premolar: one buccal and one palatal, for a total of 20 cavities per group.

Group A included 20 premolars with a cavity created on the buccal surface with a fine-grit diamond stone size #141-014F. In group B, a cavity was created on the palatal surface of the same 20 premolars as in group A using a medium-grit #141-014M diamond bur. Group C included 20 premolars with a cavity created on the buccal surface using a coarse-grit #141-014C diamond bur. In group D, a cavity was created on the palatal surface of the same 20 premolars as in group C using an extra-coarse-grit #141-014XC diamond bur.

After performing the thermocycling process, staining with methylene blue, and sectioning all the samples, observation was performed under a stereomicroscope to catalog the degrees of marginal leakage observed in each sample. We can see that in group A, the highest percentage (45%) of leakage was grade 1, i.e., up to half of the enamel wall. In group B, we found grade 2 leakage (entire enamel) in 55% of cases. In group C, grade 4 leakage (penetration of the dye throughout the entire dentin wall of the cavity) occurred in 45%. Finally, in group D, penetration was grade 4 in 50% of the samples.

Using the Mann-Whitney U test, we verified that there was a significant difference in the comparison of the ordinal qualitative characteristic (microleakage), meaning that the diamond grit of the dental stones did influence marginal leakage when creating cavities.

**Keywords:** Marginal microleakage, diamond stones, cavity preparations.

## ÍNDICE

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCIÓN** ..... 1

**CAPITULO I** ..... 2

**PLANTEAMIENTO TEÓRICO** ..... 2

**1.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN** ..... 3

**1.1 Determinación del problema** ..... 3

**1.2 Enunciado del problema** ..... 3

**1.3 Descripción del problema** ..... 4

**1.4 Justificación del problema** ..... 6

**1.4.1 Originalidad** ..... 6

**1.4.2 Relevancia científica** ..... 6

**1.4.3 Relevancia Social** ..... 7

**1.4.4 Interés personal** ..... 7

**1.4.5 Viabilidad** ..... 7

**2.- OBJETIVOS** ..... 8

**3. MARCO TEÓRICO** ..... 9

**3.1 Marco Conceptual** ..... 9

**3.1.1 Esmalte Dental** ..... 9

**3.1.2 Dentina** ..... 14

**3.1.3 Instrumentación Rotatoria en Odontología** ..... 19

**3.1.4 Preparaciones Cavitarias:** ..... 23

**3.1.4 Adhesión Dental:** ..... 28

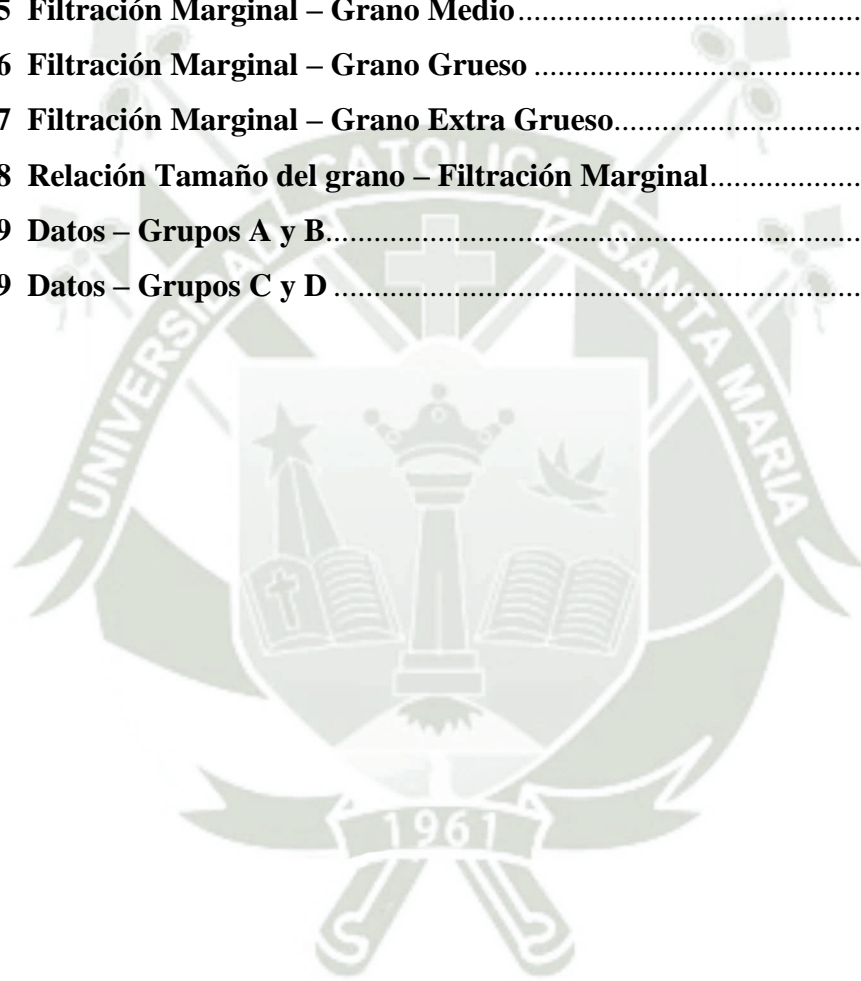
<b>3.1.5 Resinas Compuestas</b> .....	32
<b>3.1.6 Microfiltración</b> .....	36
<b>3.2 Antecedentes investigativos</b> .....	38
<b>3.2.1 Locales:</b> .....	38
<b>3.2.2 Nacionales:</b> .....	39
<b>3.2.2 Internacionales:</b> .....	42
<b>4. HIPÓTESIS</b> .....	44
CAPÍTULO II.....	45
PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....	45
<b>1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN</b> .....	46
<b>1.1 Técnica</b> .....	46
<b>1.1.1 Especificación</b> .....	46
<b>1.1.2 Descripción de la técnica</b> .....	46
<b>1.2 Instrumentos</b> .....	52
<b>1.3 Materiales</b> .....	53
<b>2.- CAMPO DE VERIFICACIÓN</b> .....	53
<b>2.1 Ubicación espacial:</b> .....	53
<b>2.1.1 Ubicación Temporal</b> .....	53
<b>2.2 Unidades de estudio</b> .....	53
<b>3.- ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	54
<b>3.1 ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN</b> .....	54
<b>3.1.1 Organización</b> .....	54
<b>3.1.2 Recursos</b> .....	54
<b>4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS</b> .....	55
<b>4.1 Plan de procesamiento de los datos</b> .....	55
<b>4.2 Plan de análisis de datos</b> .....	56
CAPÍTULO III.....	57

RESULTADOS.....	57
DISCUSIÓN .....	68
CONCLUSIONES.....	70
RECOMENDACIONES .....	71
Referencias Bibliográficas.....	72
ANEXOS .....	75
REGISTRO VISUAL.....	78



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1</b> Operacionalización de variables .....	4
<b>TABLA 2</b> Grados de Filtración .....	52
<b>TABLA 3</b> Estadística .....	56
<b>TABLA 4</b> Filtración Marginal – Grano Fino .....	58
<b>TABLA 5</b> Filtración Marginal – Grano Medio .....	60
<b>TABLA 6</b> Filtración Marginal – Grano Grueso .....	62
<b>TABLA 7</b> Filtración Marginal – Grano Extra Grueso.....	64
<b>TABLA 8</b> Relación Tamaño del grano – Filtración Marginal.....	66
<b>TABLA 9</b> Datos – Grupos A y B.....	76
<b>TABLA 9</b> Datos – Grupos C y D .....	77



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1 Filtración Marginal – Grano Fino .....</b>	<b>59</b>
<b>FIGURA 2 Filtración Marginal – Grano Medio .....</b>	<b>61</b>
<b>FIGURA 3 Filtración Marginal – Grano Grueso .....</b>	<b>63</b>
<b>FIGURA 4 Filtración Marginal – Grano Extra Grueso.....</b>	<b>65</b>
<b>FIGURA 5 Relación Tamaño del grano – Filtración Marginal.....</b>	<b>67</b>
<b>FIGURA 6 Grano Fino.....</b>	<b>78</b>
<b>FIGURA 7 Grano Medio.....</b>	<b>78</b>
<b>FIGURA 8 Grano Grueso .....</b>	<b>79</b>
<b>FIGURA 9 Grano Extra Grueso .....</b>	<b>79</b>
<b>FIGURA 10 Preparación de Muestras.....</b>	<b>80</b>
<b>FIGURA 11 Preparación de Muestras.....</b>	<b>80</b>
<b>FIGURA 12 Preparación de Muestras.....</b>	<b>81</b>
<b>FIGURA 13 Preparación de Muestras.....</b>	<b>81</b>
<b>FIGURA 14 Distribución de Grupos.....</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA 15 Estereomicroscopio .....</b>	<b>82</b>
<b>FIGURA 16 Filtración Grado 1.....</b>	<b>83</b>
<b>FIGURA 17 Filtración Grado 2.....</b>	<b>83</b>
<b>FIGURA 18 Filtración Grado 4.....</b>	<b>84</b>
<b>FIGURA 19 Filtración Grado 2.....</b>	<b>84</b>
<b>FIGURA 20 Filtración Grado 5.....</b>	<b>85</b>
<b>FIGURA 21 Filtración Grado 2.....</b>	<b>85</b>

## INTRODUCCIÓN

La microfiltración marginal es una preocupación significativa en odontología restauradora, ya que puede comprometer la longevidad y el éxito clínico de las restauraciones de resina compuesta. Diversos factores influyen en la integridad marginal de estas restauraciones, incluyendo las técnicas de preparación cavitaria y los materiales utilizados.

Las piedras de diamante son herramientas comúnmente empleadas para la preparación de cavidades dentales. Estas piedras varían en el tamaño de sus granos, lo que puede afectar la rugosidad de la superficie dentaria preparada. Se ha sugerido que una mayor rugosidad superficial podría influir en la adhesión del material restaurador y, por ende, en la microfiltración marginal. Sin embargo, la evidencia científica sobre la relación entre el tamaño del grano de las piedras de diamante y la microfiltración marginal es limitada.

El uso de adhesivos universales ha ganado popularidad debido a su versatilidad y eficacia en la adhesión de resinas compuestas. Estos adhesivos están diseñados para mejorar la unión entre el diente y el material restaurador, potencialmente reduciendo la microfiltración. No obstante, la interacción entre la rugosidad de la superficie preparada y la eficacia de los adhesivos universales en la prevención de la microfiltración requiere una investigación más profunda.

Este estudio se propone investigar la influencia del tamaño del grano de las piedras de diamante utilizadas en la preparación de cavidades sobre la microfiltración marginal de restauraciones de resina en premolares, empleando un adhesivo universal. Los hallazgos podrían proporcionar información valiosa para optimizar las técnicas de preparación cavitaria y mejorar la durabilidad de las restauraciones de resina compuesta.



# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO TEÓRICO

## 1.- PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Determinación del problema

La microfiltración marginal en restauraciones de resina compuesta es una problemática que puede comprometer la durabilidad y el éxito clínico de los tratamientos odontológicos. Diversos factores influyen en este fenómeno, entre ellos, la técnica de preparación cavitaria y las herramientas empleadas. Las piedras de diamante, utilizadas para la preparación de cavidades, presentan diferentes tamaños de grano que afectan la rugosidad de la superficie dental. Esta variabilidad en la rugosidad podría influir en la adhesión del material restaurador y, por ende, en la microfiltración marginal.

Aunque se ha investigado la relación entre la rugosidad superficial y la adhesión de las resinas compuestas, existe una carencia de estudios específicos que analicen cómo el tamaño del grano de las piedras de diamante impacta directamente en la microfiltración marginal. Además, con la introducción de adhesivos universales, que prometen mejorar la adhesión en diversas condiciones, es pertinente evaluar si la rugosidad inducida por diferentes tamaños de grano de las piedras de diamante afecta su eficacia.

Por lo tanto, surge la duda de si el tamaño del grano de las piedras de diamante dentales, tendrá algún tipo de influencia en la microfiltración marginal producida o no en la restauración final.

### 1.2 Enunciado del problema

“Influencia del tamaño del grano de diamante de las piedras dentales para preparaciones cavitarias en la microfiltración marginal de restauraciones de resina en premolares, utilizando un adhesivo universal, Arequipa, 2024”

### 1.3 Descripción del problema

#### Áreas del conocimiento

- Área general : Ciencias de la Salud
- Área específica : Odontología.
- Especialidad : Odontología Restauradora
- Tópico : Adhesión, Microfiltración

**TABLA 1 Operacionalización de variables**

VARIABLE	INDICADORES	SUBINDICADORES	ITEMS
INDEPENDIENTE: Rugosidad superficial	Diamantado	Grano fino Grano medio Grano grueso Grano extra grueso	
DEPENDIENTE: Microfiltración marginal	Grados de microfiltración	No hay penetración del colorante	0
		Penetración del colorante hasta la mitad de la pared del esmalte	1
		Penetración del colorante en todo el esmalte	2
		Penetración del colorante en la mitad de la dentina	3
		Penetración del colorante en la totalidad de la dentina	4
		Penetración hasta el piso de la cavidad o pared axial	5

### Interrogantes Básicas

- ¿Cuál es el grado de filtración marginal de las cavidades preparadas con una piedra de diamante # 141-014F de grano fino?
- ¿Cuál es el grado de filtración marginal de las cavidades preparadas con piedra diamantada # 141-014M de grano?
- ¿Cuál es el grado de filtración marginal de las cavidades preparadas con piedra diamantada # 141-014C de grano grueso?
- ¿Cuál es el grado de filtración marginal de las cavidades preparadas con una piedra de diamante # 141-014XC de grano extra grueso?
- ¿Existe relación entre la rugosidad superficial de las paredes cavitarias con la microfiltración marginal?

### Taxonomía de la investigación

- **Por el enfoque metodológico:**

Cualitativo: Este estudio se basa en la comparación de más de dos grupos de estudio (tamaño de grano), respecto de una característica cualitativa ordinal (microfiltración marginal).

- **Por el diseño de investigación:**

Experimental: Se manipula la variable independiente (tamaño del grano de las piedras de diamante) para observar su efecto en la variable dependiente (microfiltración marginal), permitiendo establecer relaciones de causa y efecto.

- **Por el ámbito de aplicación:**

Laboratorial: El estudio se realiza en un entorno controlado de laboratorio, utilizando premolares extraídos y procedimientos estandarizados para garantizar la validez interna de los resultados.

- **Por la temporalidad:**

Transversal: La recolección de datos se lleva a cabo en un único momento en el tiempo, evaluando la microfiltración tras la realización de las restauraciones bajo las condiciones experimentales definidas.

- **Por el propósito:**

Aplicado: Busca generar conocimientos que puedan ser directamente aplicados en la práctica clínica odontológica, optimizando las técnicas de preparación cavitaria y selección de materiales para mejorar la calidad de las restauraciones.

Esta clasificación proporciona una visión integral del enfoque y las características del estudio, facilitando su comprensión y contextualización dentro de la investigación científica en odontología.

## 1.4 Justificación del problema

### 1.4.1 Originalidad

El hecho de que existan ciertas publicaciones que establecen estándares de trabajo, pero estas publicaciones presenten ciertas contradicciones, que no existan parámetros de trabajo exactos y que no existan estudios que demuestren si el tipo de piedra de diamante utilizada es un factor determinante en la microfiltración marginal en restauraciones de resina compuesta son todas razones por las que creo que el trabajo es original.

### 1.4.2 Relevancia científica

Se trata de realizar un estudio “in vitro” comparando las microfiltraciones marginales existentes en los dientes en función de la rugosidad superficial que dan las piedras de diamante de diferentes granos, es decir, podremos conocer el porcentaje de preparaciones cavitarias con microfiltraciones en función de la rugosidad superficial.

### **1.4.3 Relevancia Social**

Dado que ofrece ventajas tanto al personal dental como a los pacientes, este criterio se cumple. Gracias a ello, podemos mejorar nuestro desempeño como expertos al comprobar si el tamaño del grano de diamante influye en la microfiltración marginal y la adherencia de las restauraciones de resina compuesta.

### **1.4.4 Interés personal**

Esta investigación es interesante para mí porque gracias a ella podré obtener el grado de cirujano-dentista.

### **1.4.5 Viabilidad**

Debido a los recursos disponibles en la unidad de estudio, como infraestructura, equipo y materiales, así como a la información obtenida mediante el análisis retrospectivo, esta investigación se considera práctica. Además, se considera el tiempo necesario para llevarla a cabo.

## 2.- OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo General

- Determinar si el tamaño del grano de las piedras de diamante tiene influencia en el grado de filtración marginal de la restauración finalizada

### 2.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el grado de filtración marginal de las cavidades preparadas con una piedra de diamante # 141-014F de grano fino (63 micras como máximo) y restauradas con adhesivo universal y resina.
- Evaluar el grado de filtración marginal de las cavidades preparadas con una piedra de diamante # 141-014M de grano medio (106 micras como máximo) y restauradas con adhesivo universal y resina.
- Evaluar el grado de filtración marginal de las cavidades preparadas con una piedra de diamante # 141-014C de grano grueso (150 micras como máximo) y restauradas con adhesivo universal y resina.
- Evaluar el grado de filtración marginal de las cavidades preparadas con piedra diamantada # 141-014XC de grano extra grueso (180 micras como máximo) y restauradas con adhesivo universal y resina.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Marco Conceptual

##### 3.1.1 Esmalte Dental

###### a) Definición y Características Generales

El esmalte, también conocido como tejido del esmalte, es la capa más externa que recubre la corona dental y actúa como barrera protectora para los tejidos subyacentes del isosistema dentinopulpar. Su mayor contenido mineral y su resistencia son dos características que lo distinguen de otros tejidos. Está compuesto por millones de prismas altamente mineralizados que se extienden desde su contacto con la dentina hasta la superficie expuesta al entorno bucal.

El esmalte cumple la misma función protectora en la dentición primaria, compuesta por veinte dientes que comienzan a erupcionar aproximadamente a los seis meses de vida y son reemplazados hasta alrededor de los doce años. Su composición, compuesta por una matriz inorgánica que constituye el 95 % y una matriz orgánica que representa tan solo entre el 0,36 % y el 2 %, le confiere una resistencia extraordinaria. Una estructura que está formada por cristales de hidroxiapatita de fosfato de calcio, composición que también se encuentra en otros tejidos mineralizados como el hueso, la dentina y el cemento, es lo que conforma esta matriz inorgánica (1).

El grosor del material varía entre 2 y 2,5 milímetros, dependiendo de la zona del diente, y el color puede variar desde un blanco translúcido hasta un tono grisáceo. El color no es inherente, sino que depende del color de la dentina subyacente, visible a través del material (2).

###### Origen Embriológico

Los ameloblastos son las células a partir de las cuales se desarrolla este tejido de origen ectodérmico. Durante el desarrollo, estas células especializadas presentan breves prolongaciones, conocidas como procesos de Tomes, que se dirigen hacia la unión amelodentinaria (3).

## **Función y Estructura Detallada**

El propósito principal del esmalte es servir como una barrera dura capaz de resistir las enormes presiones generadas durante la masticación. Los prismas, depositados por los ameloblastos y que retroceden desde la unión amelodentinaria hacia la periferia, constituyen la estructura fundamental de la sustancia. Estos prismas presentan una distintiva forma curva, similar a una cerradura, como resultado del movimiento de estas células en diversas direcciones. Esta característica es más prominente en el ápice de las cúspides, donde se denomina esmalte nudoso.

Al examinarse con luz incidente, el patrón que produce la disposición de estos prismas curvos se denomina bandas de Hunter-Schreger. Este patrón se caracteriza por la alternancia de bandas claras y oscuras. Cada prisma se deposita a un ritmo de cuatro micras por día. Estos incrementos en el desarrollo se evidencian como líneas negras denominadas estrías de Retzius. Estas son similares a los anillos de crecimiento de un árbol. Los periquimas son crestas que se encuentran en la superficie de los dientes y se hacen visibles cuando se identifican estas líneas (4).

En la unión amelodentinaria se pueden descubrir dos estructuras: los penachos, que son parches hipocalcificados que surgen de la curvatura de grupos de prismas, y los husos esmaltados, que son la terminación de los túbulos dentinarios dentro del esmalte. El esmalte es susceptible a la penetración de partículas y, en consecuencia, a la formación de caries, debido a que los espacios intersticiales entre los prismas curvos no contienen cristales, lo que le confiere diferentes grados de densidad y dureza. Una vez madurado, el esmalte es incapaz de generar o depositar nuevos cristales; es fundamental recordar este hecho (5).

### **b) Composición química:**

**Matriz orgánica:** Los cristales de hidroxapatita de fosfato de calcio, que contienen iones carbonato, constituyen la mayor parte de su composición y constituyen alrededor del 96 % del esmalte dental adulto. La estructura de este tejido mineralizado es similar a la de otros tejidos mineralizados. Cuando se forma un mineral, este tiene la capacidad de absorber iones como el estroncio, el

magnesio, el plomo y el flúor. La base química de la caries dental reside en la vulnerabilidad de estos cristales a la desintegración ácida (1).

**Matriz inorgánica:** Su investigación se complica por la contaminación que se produce tras su separación de la dentina, y constituye una fracción menor (0,36-2 %) de la sustancia. Está constituida principalmente por un sistema complejo que consiste en agregados de proteínas formados por varios polipéptidos. La formación del esmalte se caracteriza por la presencia de numerosas proteínas, como las amelogeninas, las polishinas y las ameloblastinas, todas ellas expresadas en distintas fases del proceso de crecimiento.

El flúor es un componente esencial porque tiene la capacidad de reemplazar los iones hidroxilo de la hidroxiapatita, proceso que la transforma en fluorohidroxiapatita. La fluorohidroxiapatita es un cristal más resistente a los ácidos y, por lo tanto, menos soluble, lo que aumenta la resistencia a la caries dental. La concentración de flúor es máxima en los primeros cincuenta micrómetros y disminuye significativamente a medida que aumenta la profundidad. Esta concentración varía en función de variables biológicas, como la ingestión a través del agua o los alimentos, así como de consideraciones clínicas, como la administración tópica de flúor (1).

### c) Propiedades físicas del esmalte

- **Dureza:** Es el tejido más duro del cuerpo y su dureza es comparable a la de la apatita, con un valor de 5 en la escala de Mohs. Presenta una reducción de dureza a medida que se desplaza desde la superficie libre hacia la unión amelodentinaria, lo que indica un gradiente de mineralización (1).
- **Color y transparencia:** Se caracteriza por su translucidez y su color, que puede variar entre grisáceo y blanco amarillento. Este último se debe al color de la dentina subyacente. Las regiones más delgadas (cervicales) presentan un tono más dorado, mientras que las más gruesas (cúspides) presentan un aspecto

grisáceo. La relación entre el grado de mineralización y el grado de translucidez es directa. Por lo tanto, mediante transiluminación es posible detectar regiones descalcificadas por caries (1).

- **Permeabilidad:** Actúa como una barrera que sólo permite el paso restringido de agua y de iones específicos del ambiente oral, como lo demuestra el uso de trazadores radiactivos (1).
- **Radioopacidad:** Es la estructura con mayor radiopacidad observada en el cuerpo debido a sus elevados niveles de mineralización. En una radiografía, las cavidades se muestran como manchas negras (radiotransparentes) cuando se han desmineralizado, y aparecen como una capa blanca (1).

#### d) Estructura Histológica del esmalte

##### **Prismas del esmalte:**

Sirven como el componente fundamental. Son varillas de 4 a 6 micrómetros de ancho y tienen una sección transversal en forma de ojo de cerradura o arco. Se extienden desde la superficie dental hasta la unión amelodentinaria. Su trayectoria tiene forma de "S" y no son paralelas entre sí, sino que se intersecan, lo que se cree que aumenta su resistencia a las fracturas. Cambian bruscamente de dirección cerca de la superficie para posicionarse casi en ángulo recto con ella (2).

- **Morfología:** Con un grosor promedio de cuatro micrómetros, son formaciones retorcidas y alargadas. Su diámetro aumenta a medida que se acercan a la superficie libre y se alejan de la unión amelodentinaria. Según las estimaciones actuales, hay entre cinco y doce millones de prismas en un solo diente (1).
- **Composición:** Un conjunto de cristales de hidroxapatita se denomina en conjunto prisma. Los cristales están alineados paralelamente al eje longitudinal del prisma en la "cabeza" del mismo. Gradualmente, se

inclinan hasta ser perpendiculares al eje en la "cola" del prisma, donde se unen la "cabeza" y la "cola" (1).

- **Orientación:** Su recorrido no es recto; en los puntos de contacto, presentan decusaciones, lo que resulta en la formación de una estructura intrincada y resistente. El eje primario del diente está rodeado de anillos circunferenciales que se forman por su disposición (1).
- **La vaina:** La fina capa que rodea cada prisma, abarcando sus superficies cóncavas y convexas, tiene un espesor de entre 0,1 y 0,5 micrómetros. El material interprismático se extiende sin interrupción por todo el esmalte (1).
- **Los cristales:** Son mucho más grandes que los pequeños bastoncillos de hidroxiapatita que se observan en la dentina, el hueso o el cemento. Estos bastoncillos cortos miden 160 nm de longitud, 40 nm de ancho y 25 nm de espesor. La longitud del prisma está alineada con el eje principal de sus cabezas; sin embargo, en sus colas, su orientación es diferente; es casi perpendicular en el extremo que termina (2).
- **La matriz:** A pesar de su mínima presencia, este gel sin estructura satura las zonas entre los cristales. Su investigación es delicada y compleja (1).
- **Estrías de Retzius:** Estas son líneas de crecimiento evidentes a intervalos de veinte a ochenta micrómetros. Forman un ángulo agudo al extenderse desde la unión amelodentinaria hasta la superficie. En los puntos donde alcanzan la superficie, generan periquimas (crestas entre surcos) y surcos superficiales conocidos como líneas de imbricación, particularmente visibles en la zona cervical de los dientes inmaduros. Por otro lado, las estrías transversales son cambios en la mineralización que pueden observarse a intervalos de 4 a 6  $\mu\text{m}$  dentro de cada prisma (2).
- **Laminillas, penachos y husos del esmalte:** El tejido no mineralizado se organiza en formas lineales denominadas láminas. Las láminas primarias se forman durante el desarrollo, mientras que las secundarias se forman tras la

erupción. Estas láminas se forman con mayor frecuencia como resultado de un traumatismo. Los penachos son regiones de hipomineralización que se ramifican desde la unión amelodentinaria de forma similar a las ramas de un arbusto. Los husos son pequeñas protuberancias que se encuentran en la profundidad del esmalte; comienzan en la unión y se extienden hasta los canalículos dentinarios (2).

- **Bandas de Hunter-Schreger:** La compleja disposición y decusación de los prismas da lugar a la formación de bandas claras alternas, también conocidas como parazonas, y bandas oscuras, también conocidas como diazonas, que se observan en las cuatro quintas partes internas del esmalte. Se pueden encontrar en cualquier diente que no se caiga de forma natural (1).

### 3.1.2 Dentina

#### a) Definición y Características Generales

La dentina, a menudo denominada marfil, es el tejido mineralizado que constituye la mayor parte del diente y comprende su núcleo estructural. La cámara pulpar, que contiene la pulpa dental, se encuentra dentro del diente, y la corona está cubierta por esmalte. Mientras tanto, la raíz está cubierta por cemento.

Su grosor varía según el tipo de diente. Es menor (1-1,5 milímetros) en los incisivos inferiores y mayor en los caninos y molares (unos 3 milímetros). Su mayor grosor se encuentra en el borde incisal o cúspide, y se estrecha hacia la raíz. Es importante destacar que la dentina de los dientes más viejos es más gruesa que la de los más jóvenes debido a que estos últimos presentan una deposición continua de dentina secundaria (1).

Es un tejido vivo que se origina en el mesodermo. Está compuesto por una matriz orgánica compuesta por fibras de colágeno, sobre las cuales se depositan sales minerales de hidroxapatita. La corona está cubierta por esmalte y la raíz

está protegida por cemento, por lo que no suele estar expuesta al ambiente bucal. Según el período de formación y las características histológicas que presente, se clasifica como primario, secundario o terciario (6).

La dentina primaria, que constituye la mayor parte de la corona y la raíz, consta de dos tipos diferentes: la dentina del manto, que es una banda de unos 150 micrómetros de ancho y se encuentra en la unión amelodentinaria, y la dentina circumpulpar, que se desarrolla después de la dentina del manto y tiene fibras de colágeno más grandes. Se cree que la mineralización inadecuada del tejido es responsable de la formación de una zona de dentina globular, que contiene huecos interglobulares y demarca el límite entre las dos zonas. Después de que el diente ha comenzado a funcionar, el diente desarrolla una capa de dentina secundaria. La pulpa está protegida por la formación de dentina terciaria (o reactiva/reparativa), que se produce en reacción a estímulos como traumatismos o caries. La predentina es una capa de matriz no calcificada que se coloca junto a la pulpa, que los odontoblastos calcifican continuamente (4).

## b) Composición química de la dentina

- **Matriz inorgánica:**

Está formada por cristales de hidroxiapatita, químicamente idénticos a los del esmalte, el cemento y el hueso. Sin embargo, los cristales de esta sustancia son mucho más pequeños y delgados (aproximadamente 10 nm de altura, 25 nm de anchura y 36 nm de longitud), y representan alrededor del 70 % de su peso. Tanto entre las hebras de colágeno como en su interior, estos cristales se organizan en paralelo. Además, contiene fosfatos, carbonatos, sulfatos y oligoelementos como cobre, zinc, hierro, magnesio y flúor en forma amorfa. Presenta mayor rigidez que el hueso, pero menor flexibilidad que el esmalte debido a su alta concentración mineral. Radiológicamente, muestra menor radiopacidad que el esmalte, pero mayor que la pulpa (7).

- **Matriz orgánica:**

El colágeno constituye aproximadamente el 93 % de su composición, lo que representa aproximadamente el 17 % de la masa total de la dentina, y comprende aproximadamente el 20 % de su peso. El resto está compuesto por diversos componentes, como mucopolisacáridos, fracciones lipídicas, proteínas aún no identificadas y trazas de ácido cítrico (menos del 1 %) (2).

c) **Condiciones físicas:**

- **Color:** El factor principal que determina el color de un diente es su tono blanco amarillento, resultado de la translucidez del esmalte. Puede variar de una persona a otra y cambiar con la edad (1).
- **Translucidez:** Debido a su menor mineralización, es menos transparente que este. Por ello, es posible que el conducto radicular se haga visible en regiones apicales delgadas (1).
- **Dureza:** Su grado de mineralización determina que sea menos duro que el esmalte pero más duro que el hueso y el cemento (1).
- **Radioopacidad:** Tiene menor radiopacidad que el esmalte, pero mayor que el hueso y el cemento. En radiografías, su color se ve más oscuro que el del esmalte (1).
- **Elasticidad:** Su capacidad de doblarse es fundamental para su función, ya que ayuda a absorber los impactos de la masticación, compensando así la falta de flexibilidad del esmalte. Depende de la cantidad de agua y materia orgánica que contenga (1).

- **Permeabilidad:** Su red de túbulos dentinarios, que permiten el flujo de colores, fármacos, infecciones y otros solutos, la hacen mucho más permeable que el esmalte (1).

#### d) Estructura Histológica de la dentina:

- **Unidades estructurales básicas:**

La matriz intertubular, los odontoblastos (que son células en desarrollo) y los túbulos de dentina (que son canales) son los tres componentes principales de la dentina (1).

- **El odontoblasto y la fibrilla de Tomes:** La pulpa contiene odontoblastos, que desarrollan una estructura citoplasmática denominada proceso odontoblástico o fibrilla de Tomes. Este proceso se extiende por todo el espesor de la dentina, estableciendo el sistema de fijación pulpar dentro de los túbulos. Su longitud promedio oscila entre 0,2 y 0,7 milímetros. Según la creencia popular, estos procesos pueden no alcanzar el borde de los dientes maduros (8).
- **Túbulos dentinarios:** Son canales cilíndricos delgados que atraviesan la dentina desde la pulpa hasta la unión amelodentinaria o amelocementaria. Tienen una longitud promedio de 1,5 a 2 milímetros. La dentina peritubular, una matriz altamente mineralizada, forma las paredes de sus estructuras. El proceso odontoblástico se encuentra dentro del túbulo. El espacio periprocesal, lleno de líquido dentinario, se encuentra entre el proceso odontoblástico y la pared. Esta área permite el paso de nutrientes a la periferia y de estímulos a la pulpa (1).
- **Matriz intertubular o dentina intertubular:** Es el componente principal de la dentina y está constituido por una red de fibras de

colágeno ubicadas entre los túbulos dentinarios. Sobre esta matriz se depositan cristales de hidroxiapatita (1).

- **La Predentina:**

Es una capa de matriz orgánica no mineralizada (de 10 a 20  $\mu\text{m}$  de ancho) que se coloca entre la dentina mineralizada y la capa de odontoblastos. Los colágenos y los proteoglicanos son los elementos que la componen. La formación de vesículas en la predentina, que se cree que son formadas por los odontoblastos, es el primer paso del proceso de mineralización (9).

- **Distribución de las sales minerales:**

En general, la dentina circunpulpal presenta una saturación mineral homogénea. La capa granular de Tomes en la raíz y la dentina en la unión amelodentinaria (también conocida como dentina de recubrimiento) presentan un contenido mineral comparativamente bajo. Las bandas de mineralización alterada se denominan líneas de crecimiento (también conocidas como líneas de von Ebner o de Owen). La concentración mineral de la dentina pericanalicular, que rodea los túbulos, es alta. Esta concentración mineral puede aumentar con la edad, hasta el punto de obstruir los túbulos (2).

- **Distribución de la materia orgánica:**

Las fibras de colágeno se observan con mayor frecuencia en la zona denominada matriz intertubular. En la dentina de recubrimiento, las fibras se orientan perpendicularmente a la unión amelodentinaria, mientras que en la dentina circunpulpal, se orientan paralelamente a la superficie pulpar. Su orientación puede ser constante en un plano, pero inconsistente en otros (2).

- **Otros contribuyentes orgánicos:**

Existe muy poco conocimiento sobre la distribución de otros tipos de moléculas, como proteínas, lípidos, polisacáridos y ácido cítrico. Existe una correlación entre la presencia de ácido cítrico y la capa hidratada que rodea los cristales de hidroxiapatita. Los mucopolisacáridos crean bandas discontinuas. Los procesos odontoblásticos presentes en la raíz pueden presentar más ramificaciones que los de la corona, aunque serán de menor tamaño (2).

### 3.1.3 Instrumentación Rotatoria en Odontología

Los instrumentos de corte utilizados en odontología se distinguen por su diversidad de formas, medidas y materiales. Pueden ser operados por diversos sistemas motores y su principal propósito es segmentar el tejido dental (10).

#### a) **Fresas Dentales:**

Se describe como instrumento rotatorio cualquier dispositivo que comprende un cabezal con cuchillas y se utiliza en procesos como la preparación dental y la fabricación de restauraciones metálicas, entre otras aplicaciones (3).

El vástago, el cuello y el cabezal (a veces denominado sección activa) son los tres componentes principales que conforman la fresa. El vástago permite la unión de la fresa a la turbina o al contra-ángulo. Se clasifican en largas (para piezas de mano rectas) o cortas (para piezas de mano anguladas) según su longitud. La sección activa está formada por varias cuchillas dispuestas de forma que realizan el movimiento de corte en sentido horario.

El número de filos de corte de las fresas puede variar (6, 8, 12, 30 o 40) según el fabricante. Dado que la eficacia del corte es inversamente proporcional al número de filos, se utilizan fresas con 30 y 40 filos para lograr un efecto pulido o "similar a la piedra", ideal para refinar las superficies de las preparaciones

cavitarias. Los materiales más utilizados en la producción son el acero al carbono, el acero de tungsteno y diversas aleaciones metálicas (10).

En Estados Unidos, se acostumbra a usar un código numérico arbitrario para designar la forma y el tamaño del cabezal de la fresa. Los nombres de las clasificaciones utilizadas más recientemente, como las sugeridas por la Federación Dental Internacional (FDI) y la Organización Internacional de Normalización (ISO), suelen incluir un término que denota la forma y un número que especifica el diámetro del cabezal en décimas de milímetro (3).

- **Formas:** Hacen referencia al contorno o silueta de la cabeza de la fresa:
  - Fresa redonda o esférica: Vienen en una variedad de tamaños y se utilizan para la eliminación de caries y restauraciones temporales, la creación de superficies cóncavas y el acabado o pulido de restauraciones plásticas y bordes metálicos. Se venden tanto las variedades lisas como las dentadas, aunque esta última ha caído en desuso (10).
  - Fresa de cono invertido: Su diámetro es comparable a su longitud, y tiene forma de cono truncado que se estrecha rápidamente. Es especialmente adecuado para cortes precisos al preparar cavidades (3).
  - Fresa periforme: La forma de un cono truncado, ligeramente más estrecho, es la adecuada. Es más estrecho en la unión con el vástago, y el extremo opuesto al vástago es completamente redondeado. En las preparaciones de clase I, se emplean con frecuencia fresas en forma de pera de longitud estándar (3).
  - Fresa de fisura recta: Es un cilindro de forma alargada y se utiliza para procedimientos que necesitan ángulos de punta algo obtusos (3).
  - Fresa de fisura estrechada: Utilizando esta técnica se preparan especialmente las preparaciones dentales que eventualmente podrán recibir coronas o incrustaciones (3).

- **Tamaños:** El método convencional para determinar el tamaño de una fresa en Estados Unidos funciona con un código que indica el diseño de la cabeza. La empresa S.S. White Dental Manufacturing Company inventó esta técnica en 1891 (3).

#### b) **Piedras Diamantadas:**

El diseño de estos instrumentos abrasivos puede incluir partículas de diamante natural o sintético. Tras la extracción del diamante natural, se tritura, se limpia y se clasifica. Sus bordes afilados se aprovechan para proporcionar una rápida acción abrasiva. Los diamantes sintéticos se fabrican aplicando temperaturas y presiones muy altas al carbono en forma de grafito. El tipo de partícula seleccionado queda a criterio del fabricante (10).

Las partículas de diamante se clasifican por su tamaño en:

- Extrafina 30  $\mu$
- Fina 50  $\mu$
- Mediana 125  $\mu$
- Gruesa 150  $\mu$
- Extragruesa 180  $\mu$

Las herramientas de diamante tienen una amplia gama de formas y tamaños comparables a las de las fresas. La única excepción son los diámetros más pequeños, ya que la necesidad de alojar una capa abrasiva impide que las herramientas de diamante más diminutas se acerquen al calibre de las fresas más pequeñas.

El tamaño, la separación, la uniformidad, la exposición y la adhesión de las partículas de un instrumento de diamante son factores que contribuyen a su eficacia. La capacidad de lograr una penetración más profunda de las partículas es posible gracias a una mayor presión de operación, lo que resulta en ranuras más profundas y una mayor pérdida de estructura dental. El tiempo que la herramienta se mantendrá en buen estado de funcionamiento depende en gran medida de su uso a la velocidad y presión adecuadas; si se usa según las instrucciones, puede durar mucho tiempo. En la mayoría de los casos, el fallo prematuro se debe a la pérdida de diamantes en puntos críticos, lo que suele

ser consecuencia de ejercer una fuerza excesiva para trabajar a un ritmo insuficiente (3).

**c) Piezas de Mano:**

Estos dispositivos se encargan de asegurar que las herramientas rotatorias, como las piedras de diamante y las fresas, se coloquen y mantengan correctamente en su lugar dentro de la cavidad bucal. Si bien su principio es anticuado, no fue hasta 1947 que se dispuso de equipos para la preparación del esmalte; estos equipos operaban a velocidades de hasta 10 000 RPM y utilizaban fresas de carburo e instrumentos de diamante, considerados de última generación en aquel entonces. A lo largo del siglo pasado, su evolución se ha vuelto más compleja (10).

El cuerpo, el cuello y el cabezal son los tres componentes que componen una pieza de mano. El cuerpo, que suele tener perforaciones para mejorar su agarre, contiene los tubos que transportan agua y aire al cabezal. Es común que el cuello incorpore un diodo emisor de luz (LED) para iluminar el campo de trabajo. Además, el cuello sirve para conectar el cuerpo al cabezal. El rotor, que es un eje hueco sostenido por cojinetes en cada extremo y tiene una mordaza interna (o microabrazadera) que sujeta la fresa, se encuentra dentro del cabezal. Al pisar el pedal de control, el aire entra en el cabezal, lo que hace girar el rotor. Como resultado, la fresa también gira. Se crea una niebla refrescante al mezclar el aire de escape con agua. La rotación se produce en el sentido de las agujas del reloj (10).

El hecho de que la mayoría de las turbinas de aire actuales puedan alcanzar velocidades nominales de hasta 300.000 revoluciones por minuto (RPM) no siempre implica que sean de uso práctico; sus turbinas internas son diminutas y, bajo tensión lateral, la velocidad efectiva puede disminuir a 200.000 RPM o menos. Su diseño sencillo y su facilidad de uso son las razones de su amplio atractivo. Sin embargo, debido a su limitado par y potencia de salida, no son adecuadas para técnicas específicas de acabado y pulido; para estos fines, se recomiendan contra-ángulos de baja velocidad y alto par. Muchas de estas aplicaciones de alta potencia ya no requieren el uso de un motor eléctrico

externo, ya que la tecnología de turbina se ha incorporado a las piezas de mano rectas (3).

### 3.1.4 Preparaciones Cavitarias:

El término "cavidad" proviene del concepto de un espacio o zona hueca dentro de un cuerpo, mientras que "preparación" proviene de la noción de organizar o ejecutar algo con un objetivo específico. Una lesión cavitaria es un espacio enfermo de origen infeccioso que se forma en un diente. La preparación cavitaria es la operación en la que se crea un área cuidadosamente construida para acomodar un material restaurador con el fin de restaurar la función y la estética de un diente afectado por caries. Esto incluye la extracción de tejidos lesionados, que luego se reemplazarán con materiales sintéticos como resinas o ionómeros, o el tallado de los tejidos según una planimetría específica para implantar restauraciones duras como coronas o incrustaciones (10).

#### a) Clasificación de Black:

G.V. Black clasificó las preparaciones cavitarias basándose en la etiología y el tratamiento de las lesiones, dividiéndolas en dos grandes grupos:

**Grupo I** Cavidades de puntos y fisuras

**Grupo II** Cavidades de superficies lisas

De esta división surgen las cinco clases clásicas:

- **Clase I:** Cavidades en puntos y fisuras de caras oclusales de molares y premolares; caras vestibular, lingual o palatina de molares; y en el cingulum de incisivos y caninos superiores.
- **Clase II:** Cavidades en caras proximales de molares y premolares.
- **Clase III:** Cavidades en caras proximales de incisivos y caninos que no afectan el ángulo incisal.
- **Clase IV:** Cavidades en caras proximales de incisivos y caninos que sí afectan el ángulo incisal.

- **Clase V:** Cavidades ubicadas en el tercio gingival de las caras vestibulares, palatinas o linguales de todos los dientes (10).

#### b) Clasificación por extensión

**Simples:** Involucran una sola cara del diente

**Compuestas:** Abarcan dos caras dentarias

**Complejas:** Abarcan tres o más caras del diente (10).

#### c) Tiempos operatorios de una preparación cavitaria

Son una secuencia lógica de pasos clínicos diseñada para organizar el procedimiento, evitar omisiones y aumentar la eficiencia:

- **Maniobras previas:**

El primer paso es recopilar la historia clínica completa y formular preguntas sobre la salud general del paciente, su estado bucal, sus expectativas y sus necesidades. Los criterios de máxima preservación tisular y mínima invasión sirven como base para una evaluación clínico-radiográfica precisa que fundamenta el diagnóstico. Las radiografías periapicales y de aleta de mordida son esenciales para identificar lesiones interproximales tempranas, evaluar la relación entre la caries y la cámara pulpar y descartar la presencia de fracturas o procesos periapicales. Es crucial realizar pruebas de viabilidad pulpar (térmicas y eléctricas). La preparación del campo quirúrgico, que incluye enjuagues antisépticos, blanqueamiento dental si se considera esencial, alternativas sedantes y, lo más importante, el aislamiento completo del diente que se tratará, también se incluye en este proceso (10).

- **Apertura y Conformación:**

El objetivo es establecer o ampliar el acceso para eliminar por completo la lesión. Si no hay suficiente espacio, se utiliza una fresa circular; si lo hay, una fresa de cono truncado. El tamaño de la lesión determinará la forma final de la preparación, con el objetivo de crear márgenes internos redondeados fácilmente accesibles para los dispositivos restauradores. La trayectoria de la caries determina su profundidad (10).

- **Extirpación de los tejidos afectados o deficientes:**

Se extraen las caries dentales. Esto se logra utilizando una fresa redonda de gran tamaño que funciona a velocidad estándar con abundante refrigeración por agua, o con herramientas manuales, como excavadoras, que se prefieren por su mayor control y capacidad de corte limitada. En algunas situaciones, el uso de agentes químicos puede ser beneficioso para disolver el colágeno desnaturalizado, que posteriormente se elimina con las herramientas manuales necesarias (10).

- **Protección Dentinopulpar:**

Este es un concepto transversal que debe garantizarse durante todo el proceso. Incluye todos los materiales, técnicas y métodos utilizados para proteger el complejo dentinopulpar durante las etapas de preparación y restauración. La profundidad de la preparación, la edad del paciente y la proximidad a la pulpa son factores que determinarán si se debe utilizar un material de base y qué tipo de material se debe utilizar. Los selladores, los revestimientos y las bases de cavidades son ejemplos de materiales protectores clasificados como tales (10).

- **Terminación de las paredes:**

La preparación se refina utilizando las mismas piedras de diamante que se utilizan para el modelado o fresas multifilo de alta velocidad con refrigeración durante este proceso. Al realizar ciertas preparaciones, es necesario crear un bisel en el borde cavosuperficial del esmalte. Este ángulo, de 0,5 a 1 milímetro de ancho, se crea únicamente en zonas donde el espesor del esmalte es suficiente y fácilmente accesible. No se recomienda su uso en las siguientes situaciones: esmalte insuficiente, en la unión amelocementaria o en zonas con carga oclusal.

Sus ventajas son:

- Aumenta el área de adhesión.
- Mejora la adaptación de la resina compuesta.
- Incrementa la estética disimulando el borde cavo periférico.
- Hay menor riesgo de sobre contornear la restauración, mejora la terminación y facilita el pulido (10).

Tipos de Bisel.

- Plano: Se realiza con una piedra troncocónica en superficies vestibulares o proximales lisas
- Cóncavo. Se realiza con una piedra de flama, redonda o "pimpollo" en las caras palatinas o linguales de dientes anteriores (10).

- **Desinfección:**

Esta etapa es fundamental. El agua a presión que se introduce a través de la jeringa triple durante el tallado enfría el instrumento, pero también genera una capa de residuo de dentina adherida, conocida como capa de barrillo dentinario. Esta capa puede obstruir los túbulos dentinarios y contener contaminación bacteriana; limita la correcta adherencia de los materiales restauradores y afecta la conservación de la pulpa. Por ello, es necesario eliminarla mediante el uso de desinfectantes y un enjuague completo (10).

#### d) Técnica de la preparación cavitaria

- **Materiales e instrumentos:**

- Instrumentos auxiliares para examen clínico y anestesia (pinzas, espejos, carpule, etc.)
- Materiales, instrumentos y dispositivos para el aislamiento absoluto del campo operatorio (diques de goma)
- Fresas: baja velocidad y alta velocidad (11).

- **Forma de contorno:**

La forma del contorno es conservadora y está completamente determinada por la anatomía, la ubicación y la extensión de la lesión cariosa. El método de "extensión preventiva" propuesto por Black, que requería la extirpación de tejido sano, ya no se justifica a la luz de los materiales restauradores contemporáneos, en particular los que son atractivos y pegajosos. Las paredes se estiran solo lo estrictamente necesario para eliminar toda la caries, proporcionar la instrumentación adecuada, facilitar la inserción del material y lograr un margen completo. Es una práctica habitual extender el borde gingival ligeramente por debajo de la encía. Esto se debe a que los datos clínicos indican que la reaparición de la caries subgingival es poco frecuente. La pared incisal puede presentar una ligera curvatura que se corresponde con la forma de la caries. La pared gingival debe curvarse para que coincida con la curvatura de la encía marginal de la misma manera (11).

- **Instrumentación:**

Las fresas de cono truncado se utilizan a menudo para realizar la primera penetración y escisión de la dentina cariada. Las fresas se colocan primero en un ángulo de 45° con respecto a la superficie externa del diente. A medida que se acercan a las paredes proximales, se modifica el ángulo hasta que quede paralelo a la superficie. Se pueden acabar las paredes y definir

los ángulos diedros en su intersección con la pared axial utilizando fresas cilíndricas lisas o de cono truncado lisas. La pared axial debe ser convexa, siguiendo la curvatura del diente, y las paredes circundantes deben tener una ligera inclinación expulsiva en dirección axiobucal, acorde con la orientación de los prismas de esmalte en las preparaciones de amalgama (11).

### 3.1.4 Adhesión Dental:

#### Definición y Conceptos Fundamentales

El proceso mediante el cual dos superficies o materiales diferentes se unen mediante fuerzas interfaciales se denomina adhesión. Estas fuerzas pueden clasificarse como físicas (macromecánicas o micromecánicas), químicas (unión primaria o secundaria) o una combinación de ambas. Se denomina adhesivo, definido por la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM) como la sustancia que se coloca entre estas superficies para crear una unión. El objetivo fundamental de un agente adhesivo en odontología es establecer una conexión química en la interfaz entre los tejidos dentales, como el esmalte y la dentina, y el material restaurador, lo que da como resultado un sellado hermético.

Ciertas formas de adhesión física pueden proporcionar un alto grado de resistencia mecánica; sin embargo, la adhesión química es preferible cuando se trata de producir un sellado marginal que evite con éxito la microfiltración durante un período prolongado (12).

Existen tres estrategias generales para la inserción y fijación de biomateriales restauradores:

- Preparaciones retentivas: Las propiedades de retención mecánica son necesarias para las preparaciones dentales que utilizan materiales no adherentes, como la amalgama. Posteriormente, se pueden utilizar adhesivos especializados para sellar la interfaz.
- Adhesión química directa: Materiales como los cementos de ionómero de vidrio o algunos composites pueden unirse químicamente al tejido dental, a

menudo tras un proceso conocido como pretratamiento o grabado ácido. No requieren preparaciones retentivas específicas para la cavidad; el tamaño de la lesión determina la forma de la cavidad.

- Cementación adhesiva: Un medio adhesivo, también conocido como cemento, es necesario para restauraciones duras preformadas, como incrustaciones y coronas metálicas o cerámicas. Este cemento ofrece estabilidad mediante procesos químicos y/o físicos (12).

### **Clasificación de los sistemas adhesivos y los mecanismos de unión:**

#### **a) Adhesión al Esmalte:**

A Buonocore (1955) se le atribuye ser el pionero de la odontología adhesiva. Buonocore demostró que, tras un grabado durante treinta segundos con ácido ortofosfórico al 85 %, la resina acrílica podía adherirse al esmalte. El método se ha mejorado gracias a estudios posteriores que han aclarado el mecanismo de adhesión, el ácido ideal (ácido fosfórico), sus patrones de desmineralización y la criticidad de la separación de la zona operatoria.

El grabado ácido produce dos alteraciones significativas en el esmalte: 1) su energía superficial aumenta de 28 a 72 dinas por centímetro, y 2) genera microporosidades que aumentan significativamente el área superficial. Esto permite que el adhesivo, en estado líquido, humedezca mejor la superficie e infiltre estas microporosidades, generando así lo que se conoce como "etiquetas de resina", que posteriormente se micromallan en la estructura del esmalte. Según varios estudios, los períodos de grabado de quince a sesenta segundos con ácido fosfórico proporcionan resultados comparables en términos de resistencia de adhesión y microfiltración (13).

**b) Adhesión en Dentina:**

La presencia de la capa de barrillo dentinario, una capa de residuos que se acumula sobre la dentina durante la preparación de la cavidad y tiene un espesor de 0,5 a 5  $\mu\text{m}$ , dificulta la adhesión a la dentina. Está compuesta por una combinación de partículas minerales del esmalte y la dentina, colágeno desnaturalizado, componentes salivales y bacterias. Esta capa disminuye la permeabilidad de la dentina al ocluir los túbulos dentinarios; sin embargo, también funciona como barrera para la adhesión (13).

La evolución de los sistemas adhesivos para dentina se clasifica según su abordaje frente a esta capa de barrillo:

- **Sin remoción del barrillo dentinario (1ª Generación):** Scotchbond®, Bondlite® y otros adhesivos iniciales se desarrollaron utilizando una resina Bis-GMA combinada con ésteres de fosfato. Su proceso dependía de la interacción iónica entre el calcio presente en la dentina y la capa de barrillo subyacente, y los grupos fosfato presentes en el adhesivo. Solo lograron obtener resistencias de adhesión extremadamente bajas, de alrededor de 1 MPa, ya que, si bien lograban unirse químicamente a la capa de barrillo, la unión entre esta y la dentina subyacente era débil y, posteriormente, fallaba durante las presiones de polimerización, lo que provocaba microfiltraciones y fallos (13).
- **Remoción/Modificación parcial del barrillo (2ª-4ª Generaciones):** Estos sistemas utilizan un primer compuesto por una combinación de ésteres de fosfato, monómeros hidrófilos y un ácido de baja concentración. El primer desintegra parcialmente la capa de barrillo dentinario, lo que permite que el adhesivo se infiltre en la dentina subyacente. Esto da lugar a la formación de una conexión micromecánica y una unión química. Los túbulos dentinarios permanecen bloqueados por la capa de barrillo dentinario alterada y el material pegajoso. Con estos sistemas se alcanzaron resistencias de adhesión de aproximadamente 6 MPa (13).

- **Remoción total del barrillo (5<sup>a</sup>-7<sup>a</sup> Generaciones - Adhesivos de Grabado Total):** Estimulan el acondicionamiento ácido simultáneo del esmalte y la dentina, disolviendo completamente la capa de barrillo dentinario y desmineralizando superficialmente la dentina (peritubular e intertubular), revelando así una red de colágeno y abriendo los túbulos dentinarios. La "capa híbrida" (base de la adhesión micromecánica contemporánea) se forma cuando los monómeros hidrófilos del adhesivo se infiltran en esta red desmineralizada y posteriormente se polimerizan, lo que resulta en una interpenetración de resina y colágeno. El grado de desmineralización es fundamental y depende de la concentración de ácido, el periodo de aplicación, el pH y la viscosidad (13).

Los sistemas adhesivos contemporáneos también se clasifican clínicamente por el número de pasos de aplicación:

- Tres pasos (Total-etch): Grabado, Primer y Adhesivo en botellas separadas.
- Dos pasos: Puede ser: a) Grabado en un botella + una mezcla de Primer/Adhesivo en otra, o b) Una mezcla de Grabado/Primer en un botella + Adhesivo en otra (sistemas de autograbado).
- Un paso (Universales): Una mezcla pre-mezclada de Grabado, Primer y Adhesivo en una sola botella (13).

Además, existen sistemas adhesivos duales que integran procesos de autocurado y fotocurado; son necesarios para los casos en que la luz no está fácilmente disponible, como la cementación de restauraciones indirectas o postes intrarradiculares (13).

### 3.1.5 Resinas Compuestas

#### Desarrollo Histórico y Composición

Desde la década de 1940, se han utilizado resinas acrílicas, pero las resinas compuestas se crearon para subsanar sus deficiencias. El marco de referencia se estableció con el logro de Buonocore (1955) en el campo del grabado ácido y la invención del monómero Bis-GMA por Bowen en 1962. Los primeros compuestos, que se curaban químicamente, planteaban problemas de manipulación y estabilidad del color. El desarrollo del curado con luz visible en la década de 1970, que sustituyó a la luz ultravioleta, revolucionó su uso al eliminar la necesidad de mezclar los componentes (14).

Estructuralmente, un composite dental consta de tres componentes:

- Matriz orgánica (fase continua): Compuesta por un sistema de monómeros (principalmente Bis-GMA, often combinado con UDMA o TEGDMA), un sistema iniciador (ej., canforquinona + amina para curado luz visible; peróxido de benzoilo + amina para curado químico), aceleradores (DMAEM, EDMAB, CEMA), estabilizadores (ej., MHQ) y absorbedores de UV.
- Fase de relleno inorgánico (fase dispersa): Partículas (ej., sílice, silicatos de litio o bario, circonio) que mejoran las propiedades físicas, mecánicas y ópticas. Se unen a la matriz mediante un agente de acoplamiento silano, que tiene grupos silano (enlace iónico con el relleno) y grupos metacrilato (enlace covalente con la resina).
- Agente de acoplamiento: Generalmente un silano, que forma un puente entre la matriz orgánica y las partículas de relleno inorgánico.

Una desventaja intrínseca de las matrices orgánicas es su susceptibilidad a la contracción por polimerización. Para reducir los efectos de este fenómeno, la industria ha experimentado con monómeros alternativos, como los espiro-ortocarbonatos (SOC), los sistemas epoxi-poliol y las resinas de siloxano-oxirano. Estas alternativas tienen el potencial de reducir considerablemente la contracción. La gran mayoría de los compuestos disponibles comercialmente aún incluyen mezclas de Bis-GMA, UDMA y TEGDMA (14).

Es posible crear compuestos formados de nanopartículas de sílice/circonio (de aproximadamente 25 nanómetros de tamaño) y nanoagregados (de aproximadamente 75 nanómetros de tamaño) mediante la incorporación de nanotecnología. Esto minimiza la tensión en las paredes de la cavidad y la microfiltración marginal, a la vez que reduce la contracción que se produce durante la polimerización. Además, proporciona un mejor acabado superficial, una reducción de la biodegradación y propiedades mecánicas lo suficientemente competitivas para su uso futuro. Estas nanopartículas suelen combinarse con partículas más grandes, con diámetros de aproximadamente un micrómetro, para mejorar sus características ópticas (14).

Los borosilicatos de litio, el dióxido de silicio y los aluminosilicatos son solo algunos ejemplos de las partículas de relleno más utilizadas. Por otro lado, la variedad de partículas de relleno utilizadas varía en función de su composición química, forma y tamaño. Diversas sustancias incluyen partículas de metales pesados radiopacos que sustituyen parcialmente al cuarzo. El bario, el estroncio, el zinc, el aluminio y el circonio son solo algunos ejemplos de partículas de metales pesados que se incluyen en esta categoría. Materiales como el metafosfato de calcio se están investigando actualmente por su potencial para reducir la abrasividad del diente antagonista. Esto se debe a que el vidrio tiene una mayor dureza que el metafosfato de calcio.

Gracias a los avances en el campo de la nanotecnología, se ha creado una resina compuesta única. Las nanopartículas de esta resina miden aproximadamente 25 nanómetros de diámetro, mientras que los nanoagregados miden aproximadamente 75 nanómetros de diámetro, lo que las distingue de otras resinas. Las nanopartículas y nanoagregados como estos se construyen con partículas de circonio/sílice o nanosílice. Para facilitar el proceso de reticulación con la resina, se administra silano a los agregados. Es posible lograr un acabado de restauración de mayor calidad utilizando composites formados con este tipo de partícula debido a su menor tamaño, apreciable en la textura de la superficie. Esto, a su vez, reduce la probabilidad de biodegradación de la sustancia con el tiempo. Además, la aplicación de esta técnica ha permitido que el composite tenga propiedades mecánicas suficientemente competitivas, lo que aumenta su potencial de uso tanto en el sector anterior como en el posterior. La contracción de polimerización se reduce al reducir el tamaño de las partículas, lo que a su vez provoca una disminución de la flexión de las cúspides en

las paredes dentales. En relación con el material, este es un aspecto crucial a tener en cuenta. También ayuda a minimizar la formación de microfisuras en los bordes del composite, que se asocian con problemas como fugas marginales, decoloración, infiltración bacteriana y posible sensibilidad postoperatoria. Una de las desventajas es que las partículas no reflejan la luz debido a su diminuto tamaño. Por ello, suelen mezclarse con partículas más grandes, con un diámetro promedio de aproximadamente  $1\ \mu\text{m}$  o menos, que es aproximadamente la longitud de onda de la luz visible. Esto se hace para mejorar sus cualidades ópticas y dotarlas de soporte (14).

#### **Propiedades de las Resinas:**

- **Estabilidad de color:**

Pueden presentar alteraciones causadas por manchas superficiales (de tabaco y alimentos; las superficies más lisas son menos sensibles) o por decoloración interna (debido a la fotooxidación de los componentes, en particular las aminas en sistemas de curado químico). En general, los composites con microrrelleno presentan una estabilidad superior del color en sus superficies (15).

- **Resistencia a la fractura:**

La cantidad y la clasificación del relleno están estrechamente relacionadas con esto. La tensión masticatoria se distribuye mejor con compuestos con alto contenido de relleno y viscosidad (15).

- **Resistencia a la Compresión y a la Tracción:**

Son similares a los observados en la dentina. Son proporcionales tanto al tamaño como a la fracción de partículas de relleno (15).

- **Resistencia a la abrasión:**

Cuando la resistencia es insuficiente, la vida útil de la reparación se acorta. La placa reblandece la matriz de resina, lo que provoca la separación de las partículas de relleno. Un mayor contenido de relleno proporciona mayor resistencia a la abrasión (15).

- **Textura Superficial:**

Determinado por el tamaño, tipo y número de partículas de relleno, así como por los procedimientos de acabado y pulido. Una superficie lisa acumula menos placa. Los nanocompuestos pueden lograr un acabado superficial altamente reflectante (15).

- **Módulo de elasticidad**

Indica rigidez. Aumenta proporcionalmente al tamaño y la cantidad de partículas de relleno. A diferencia de los compuestos de bajo módulo, que son más flexibles, los compuestos de alto módulo son más rígidos (15).

- **Radioopacidad:**

Es necesario para la detección de caries recurrentes. Se logra mediante la incorporación de elementos pesados como bario, estroncio, circonio, zinc, iterbio, itrio o lantano en las partículas de relleno (15).

- **Contracción de polimerización, infiltración marginal:**

Su porcentaje de volumen oscila entre el 1,67 % y el 5,68 %, lo que genera fuerzas de hasta 300 kilogramos por centímetro cuadrado. Si la adhesión no es lo suficientemente fuerte, estas tensiones pueden provocar la formación de microfisuras en la resina o en la unión entre el esmalte y la reparación. El acabado y pulido de la restauración debe realizarse al menos veinticuatro

horas después de su finalización para dar tiempo suficiente a la posterior expansión higroscópica (que se produce a una tasa del 0,07 % al 0,80 % en volumen) como resultado de la absorción de agua. Esto permitirá una compensación parcial de la contracción (15).

### 3.1.6 Microfiltración

#### a) Conceptos:

La microfiltración se define como el flujo clínicamente indetectable de gérmenes, fluidos, iones o moléculas entre las paredes de la preparación cavitaria y el material restaurador, como resultado de un sellado marginal inadecuado. La hipersensibilidad postoperatoria, la caries recurrente (secundaria), la irritación pulpar y la decoloración marginal son consecuencias del fracaso de la restauración. Es una de las principales causas de este fracaso (16).

Se ha demostrado que la creencia de que la irritación química causada por productos restauradores o el grabado ácido es una causa más importante de daño pulpar es errónea. De hecho, la microfiltración bacteriana debida a un sellado inadecuado contribuye con mayor intensidad al daño pulpar (17).

Hay una serie de elementos que tienen un impacto en el grado de microfiltración, incluidas las cualidades de los materiales utilizados con fines adhesivos y restauradores, el coeficiente de expansión térmica, las tensiones oclusales y, lo más importante, la contracción de polimerización de las resinas (18).

La capa de barrillo se gestiona de forma más eficiente con los sistemas adhesivos actuales, que la eliminan por completo mediante el método de "grabado y enjuague" o la modifican mediante la técnica de "autograbado". Estas mejoras han resultado en una reducción considerable de las microfiltraciones en comparación con los sistemas anteriores (19).

**b) Posibles causas de la microfiltración marginal:**

- **Restauraciones mal adaptadas:**

Los fluidos y gérmenes pueden infiltrarse en el área entre el diente y la restauración cuando un sellado inicial es insuficiente (20).

- **Preparación de cavidades defectuosa:**

La falta de una preparación adecuada en cuanto a profundidad o forma, o el uso de equipos no apropiados, pueden incidir negativamente en la capacidad de producir un buen sellado (20).

- **Fuerzas de masticación:**

Con el tiempo, la microfiltración marginal puede aumentar como resultado de la presión oclusal repetitiva, lo que puede forzar la adhesión y deformar la reparación. En el caso de las restauraciones de resina, esto es especialmente importante, ya que la adhesión a la dentina y al cemento no es tan fuerte como al esmalte (20).

- **Materiales de obturación temporal:**

Al entrar en contacto con materiales que contienen eugenol (o componentes específicos de resinas temporales), la polimerización de las resinas definitivas puede verse alterada. Como resultado, la rugosidad superficial puede aumentar, la microdureza puede alterarse y el sellado marginal puede verse comprometido (20).

## 3.2 Antecedentes investigativos

### 3.2.1 Locales:

- **TÍTULO: “Evaluación de la microfiltración en restauraciones clase I de premolares con resina compuesta nanohíbrida y resina bulk fill”. Universidad Católica de Santa María, Arequipa 2018.**

**AUTOR:** Delgado Mendoza, Luis Robert

El propósito de esta investigación fue determinar el grado de microfiltración que se produce en restauraciones de premolares de Clase I al utilizar dos tipos distintos de resinas compuestas: una nanohíbrida y una de relleno masivo.

El objetivo de esta investigación fue determinar si existía microfiltración en restauraciones de Clase I mediante azul de metileno en el laboratorio de microbiología de la Universidad Católica Santa María.

El objetivo de esta investigación fue probar dos materiales de reparación distintos para determinar cuál de las dos resinas presentó el menor nivel de microfiltración. Se realizaron diecisiete restauraciones oclusales para los premolares maxilares de cada uno de los dos grupos, creados durante la fabricación de restauraciones oclusales de Clase I. El Grupo A empleó la resina compuesta nanohíbrida, mientras que el Grupo B utilizó la resina compuesta de relleno masivo. Posteriormente, cada grupo se sometió a una técnica de termociclado en agua destilada a un rango de temperatura de 5 °C a 55 °C, durante un total de 200 ciclos. Posteriormente, las muestras se sumergieron en una solución de azul de metileno al dos por ciento durante veinticuatro horas. Posteriormente, se les realizó un examen estereoscópico para determinar la cantidad de microfiltración en cada uno de los dos grupos. Previamente, se secaron, limpiaron y seccionaron.

La resina compuesta Bulk Fill presentó la mayor cantidad de microfiltración, con grados de 0 a 3. Sin embargo, la otra resina compuesta con Bulk Fill presentó grados de microfiltración de 0, 1 y 2. El análisis de datos mostró que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre las dos resinas con respecto a la filtración marginal, lo que implica que la diferencia no fue significativa.

Según los datos, ambas resinas presentaron microfiltración; no se observó una diferencia estadísticamente significativa entre ellas.

Palabras clave: Microfiltración, resinas Bulk Fill, resinas Nanohíbridas (21).

### 3.2.2 Nacionales:

- **TÍTULO: “Influencia del tiempo de grabado selectivo en esmalte con el uso de un adhesivo universal en el grado de microfiltración en restauraciones directas con resina compuesta” 2021.**

**AUTOR:** GALVÁN ORIHUELA, Emily Yaneth

El objetivo de este experimento es determinar en qué medida el tiempo de uso de un adhesivo universal para el grabado selectivo del esmalte afecta la cantidad de microfiltración que se produce a lo largo de la restauración en restauraciones directas de resina compuesta. El tipo de investigación puede clasificarse como explicativa, aplicada, transversal, prospectiva o experimental, según el grado. Como parte del procedimiento de recolección de datos, se utilizaron cuarenta incisivos bovinos. Luego se dividieron en cuatro grupos, cada grupo compuesto por diez incisivos bovinos. La división se realizó de forma aleatoria según el tiempo de grabado selectivo del esmalte. La siguiente es una lista de los grupos que se incluyeron en el experimento: Grupo A (diez segundos), Grupo B (veinte segundos), Grupo C (treinta segundos) y Grupo D (grupo control). Las muestras se prepararon con cavidades negras de clase V. Estas cavidades tenían una profundidad de 2,0 milímetros, una dimensión cervicoincisal de 2,0 milímetros y un diámetro mesiodistal de 4,0 milímetros. La reparación se realizó con adhesivo universal Single Bond (3M) y resina Filtek Z350 XT. Tras la aplicación del composite en tres capas, cada una se fotopolimerizó durante veinte segundos. La última capa se fotopolimerizó durante cuarenta segundos con un instrumento Woodpecker LED D. La intensidad de la luz se ajustó a 850 mW/cm<sup>2</sup>. Para el acabado y pulido, se utilizaron gomas de pulido de diversos tipos, junto con fresas de grano fino y extrafino. Las muestras se sometieron a un total de doscientos

ciclos de termociclado manual. Durante este proceso, las muestras se expusieron a fluctuaciones de temperatura que oscilaron entre aproximadamente cinco y cincuenta y cinco grados Celsius. Las muestras se dejaron secar a temperatura ambiente durante veinticuatro horas, tras lo cual se enjuagaron con agua destilada tras sumergirlas en una solución de azul de metileno al dos por ciento a treinta y siete grados Celsius durante veinticuatro horas. Finalmente, las muestras fueron seccionadas longitudinalmente utilizando discos de diamante que giran a baja velocidad, lo que reveló el contacto existente entre el diente y la restauración. Además, se capturaron fotografías para evaluar la cantidad de microfiltración presente. Los resultados indican que no hubo microfiltración ni en el grupo B, que representó el 50 por ciento de las reparaciones, ni en el grupo C, que representó el 60 por ciento de las reparaciones. En los grupos A y D, se observó microfiltración de grado 1 en el 60 y el 50 por ciento de los casos, respectivamente. En el caso del grado 2, los resultados fueron más consistentes, siendo la microfiltración para los grupos B, C y D del 20 por ciento en cada uno de sus respectivos grupos. El grupo A, con un 10%, y el grupo D, con un 20%, fueron los únicos dos grupos que presentaron microfiltración de grado 3. Se demostró que realizar un grabado selectivo del esmalte durante 20 o 30 segundos resultó en una reducción de la microfiltración en comparación con el grabado selectivo del esmalte realizado durante 10 segundos. Esto ocurrió a pesar de que no se observó significancia estadística.

Palabras Claves: Microfiltración, resinas compuestas, adhesivos universales, grabado selectivo del esmalte (22).

- **TITULO: “Comparación del grado de microfiltración en restauraciones directas de resina compuesta empleando dos sistemas adhesivos adper single bond 2 y single bond universal. 2019.**

**AUTOR:** CHIPANA DAMIAN, ANGEL ABILIO

El objetivo de este experimento fue determinar el grado de microfiltración que producen las resinas compuestas al utilizarse junto con adhesivos como Adper

Single Bond 2 y Single Bond Universal para preparaciones cavitarias de Clase II Negra. Para ello, se llevó a cabo un estudio in vitro prospectivo, transversal y cuasiexperimental.

Se recolectaron treinta premolares maxilares extirpados por motivos de ortodoncia y se desinfectaron con una solución de timol al 0,1 %, siguiendo los criterios de exclusión. Posteriormente, se mantuvieron en solución salina fisiológica para evitar su deshidratación.

Las treinta muestras se asignaron aleatoriamente a dos grupos diferentes. Se formaron el grupo A, que utilizó el sistema adhesivo Adper Single Bond 2, y el grupo B, que utilizó el sistema adhesivo Single Bond Universal con grabado selectivo.

Las muestras investigadas se sometieron a preparaciones cavitarias de Clase II Negra. Tras la inmersión de las muestras en azul de metileno al 2% durante veinticuatro horas, se realizaron doscientos ciclos de termociclado a temperaturas de entre cinco y cincuenta y cinco grados Celsius. Para investigar la microfiltración, se tomaron fotografías con una cámara Canon T61 colocada sobre un trípode. Esto se hizo para mantener una separación uniforme entre cada muestra. Para obtener datos cuantificables sobre la microfiltración, se adquirieron inicialmente las mediciones en milímetros con Adobe Illustrator CS6 y, una vez obtenidas correctamente, se convirtieron mediante la regla de tres. Se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes para el análisis estadístico. Este estudio reveló que el adhesivo Adper Single Bond 2 presentó un mayor nivel de microfiltración en comparación con el adhesivo Single Bond Universal, que presentó un menor nivel de microfiltración. En consecuencia, se puede concluir que existen diferencias estadística y clínicamente significativas entre los dos grupos de adhesivos.

Palabras claves: microfiltración; tipos de preparación cavitaria; adhesivos (23).

### 3.2.2 Internacionales:

- **TÍTULO:** “Microfiltración en restauraciones de resina realizadas con diferentes sistemas adhesivos estudio In Vitro”. México. 2018.

**AUTOR:** Herrera Raya

Los sistemas adhesivos son los materiales dentales más investigados, ya que son necesarios para la mayoría de las restauraciones. La separación del sellado marginal puede ocurrir como consecuencia de una mala adhesión, lo que puede provocar la separación del diente y la restauración. El fracaso prematuro de la reparación puede evitarse asegurando una adhesión eficaz.

Esta investigación se realizó para examinar el uso de diversas técnicas adhesivas para el sellado marginal en restauraciones de composite.

La muestra consistió en veinte premolares extraídos recientemente para operaciones de ortodoncia.

Al comparar los dos sistemas adhesivos, se descubrió que el pegamento de quinta generación presentó una tasa de microfiltración del 90 %, mientras que el adhesivo de sexta generación presentó una tasa de microfiltración del 100 %. Se observó una disminución del 95 % en el tercio medio bucal de las cavidades, pero solo se reportó una reducción del 15 % en el tercio medio palatino/lingual. Se examinaron tanto el tercio cervical como el tercio medio de las cavidades para determinar la cantidad de microfiltración. A pesar de que el método de hibridación tradicional no logró eliminar por completo la microfiltración, sí demostró una mejora notable en comparación con la técnica de hibridación inversa (24).

- **TÍTULO: “Protocolos clínicos para evitar microfiltraciones en restauraciones directas” Guayaquil. 2021.**

**AUTOR: NÉSTOR MIGUEL AGUAYO BAZÁN**

La microfiltración es el resultado de una o más fallas que pueden ocurrir antes y después de una restauración de resina. Por lo tanto, es fundamental seguir los criterios clínicos de cada clase de Black para desarrollar las terapias más adecuadas y garantizar la eficacia de la restauración en el futuro.

**OBJETIVO:** Para prevenir cualquier tipo de microfiltración durante el proceso de restauración directa, es fundamental diseñar una técnica adecuada a la situación. La investigación es de tipo bibliográfico, descriptivo y explicativo. Se basa en fuentes como PubMed, Eurjdent y Scielo, publicaciones de gran impacto, así como en tesis de pregrado. Además, utiliza un marco teórico, un método de observación indirecta y un formulario para la recolección de datos. Los datos indican que los métodos más actuales ofrecen las mayores oportunidades para la restauración, como se preveía. Esto se debe a la introducción y desarrollo de nuevos métodos que han permitido la mejora de los procesos. En conclusión, es fundamental seguir los procedimientos desarrollados para cada sustancia, independientemente del momento de aplicación o de la técnica empleada; si no se siguen estas pautas, la eficacia de la restauración puede verse significativamente comprometida.

Palabras clave: microfiltración, protocolos, restauraciones (25).

#### 4. HIPÓTESIS

**Dado que** el tamaño del grano de diamante de las piedras utilizadas para las preparaciones cavitarias en odontología tiene influencia directa sobre el grado de rugosidad superficial de la superficie interna de las preparaciones cavitarias

**Es probable que** la diferencia de rugosidades y lisuras de estos sustratos que serán sometidos a adhesión con un adhesivo universal, presenten una diferencia en lo que respecta al grado de filtración marginal de restauraciones de resina compuesta.





# CAPÍTULO II

## PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

## 1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

### 1.1 Técnica

#### 1.1.1 Especificación

En esta investigación, la técnica se basó en la implementación de experimentos controlados y la observación sistemática en el laboratorio. Este enfoque permitió modificar las variables de forma consistente y documentar los hallazgos con precisión.

#### 1.1.2 Descripción de la técnica

##### a) Selección de muestras

El experimento incluyó el uso de cuarenta premolares superiores sin caries, almacenados en agua destilada. El agua se cambió cada veinticuatro horas hasta el experimento para evitar la deshidratación de los dientes. Se utilizó una cureta para eliminar cualquier residuo presente en el tejido blando previamente.

##### b) Criterios para los grupos

###### **Criterios de inclusión:**

Las muestras están compuestas de dientes premolares superiores frescos que han sido extraídos con fines de ortodoncia y luego conservados en una solución salina, que se cambia cada 24 horas.

**Criterios de exclusión:**

- Premolares que presenten restauraciones o caries en cara vestibular o palatina
- Premolares que no hayan sido conservados en suero fisiológico
- Premolares con alguna alteración anatómica o de forma evidente

**c) Preparación de muestras y aplicación de material**

Se utilizaron cuarenta premolares superiores y se crearon dos cavidades en cada uno: una en la cara vestibular y otra en la cara palatina. Esto resultó en un total de ochenta cavidades, que constituyen las unidades de nuestra investigación. Cada grupo consta de veinte cavidades, con diez premolares. El primer grupo se denomina grupo A, el segundo grupo B, el tercero grupo C y el cuarto grupo D.

En los cuatro grupos se diseñó con un plumón indeleble las cavidades con las siguientes características:

- 2 mm. De ancho
- 3 mm. De largo, y
- 3 mm. De profundidad.

Se utilizó un periodontómetro premarcado para determinar la profundidad. Las cavidades se estandarizan con la ayuda de estas especificaciones.

Las cavidades se encuentran en el centro de la superficie bucal y palatina. Todos los grupos utilizan piedras de diamante del mismo tipo, pero con diferentes tamaños de grano, lo que resulta en una variedad de lisuras superficiales para las paredes de la cavidad.

A cada uno de los veinte premolares maxilares del Grupo A se le creó una cavidad en la superficie bucal con una piedra de grano fino, código N.º 141-014F, de acuerdo con el estándar establecido previamente.

Las preparaciones cavitarias se realizaron de acuerdo a los siguientes criterios:

- Forma de contorno: La forma del contorno debe ser conservadora y determinada por la morfología del diente, bajo los criterios propuesto por

el estudio, las paredes circundantes se extienden lo suficiente para lograr un acabado del borde marginal correcto, permitir la instrumentación y la inserción correcta del material de restauración en la cavidad.

- Las piedras de penetración inicial se colocan en un ángulo de 45° con la superficie externa del diente. Luego la angulación se modifica hasta ubicarse perpendicularmente a la superficie exterior del diente. Las paredes axiales son convexas, de acuerdo a la superficie externa del diente, en tanto que las paredes circundantes son ligeramente expulsivas en la dirección axio-vestibular, tomando en cuenta la orientación de los prismas del esmalte donde están ubicadas.
- Acabado de los márgenes del esmalte: Las piedras diamantadas se pasan por el ángulo cavo-superficial y así se logra determinar el borde marginal continuo y uniforme, lo que asegura el acabado correcto de los bordes de la restauración, sin realización de ningún tipo de bisel.

En el grupo B, se procedió a hacer una cavidad en la cara palatina de los mismos 20 premolares del Grupo A, con una piedra de diamante # 141-014M de grano medio de acuerdo con el estándar establecido:

Las preparaciones cavitarias se realizaron de acuerdo a los siguientes criterios:

- Forma de contorno: La forma del contorno debe ser conservadora y determinada por la morfología del diente, bajo los criterios propuesto por el estudio, las paredes circundantes se extienden lo suficiente para lograr un acabado del borde marginal correcto, permitir la instrumentación y la inserción correcta del material de restauración en la cavidad.
- Las piedras de penetración inicial se colocan en un ángulo de 45° con la superficie externa del diente. Luego la angulación se modifica hasta ubicarse perpendicularmente a la superficie exterior del diente. Las paredes axiales son convexas, de acuerdo a la superficie externa del diente, en tanto que las paredes circundantes son ligeramente expulsivas en la dirección axio-palatina, tomando en cuenta la orientación de los prismas del esmalte donde están ubicadas.
- Acabado de los márgenes del esmalte: Las piedras diamantadas se pasan por el ángulo cavo-superficial y así se logra determinar el borde marginal

continuo y uniforme, lo que asegura el acabado correcto de los bordes de la restauración, sin realización de ningún tipo de bisel.

El grupo C está constituido por 20 premolares superiores a los cuales se le realizó una cavidad en la cara vestibular con una piedra # 141-014C de grano grueso de acuerdo con el estándar establecido:

Las preparaciones cavitarias se realizaron de acuerdo con los siguientes criterios:

- Forma de contorno: La forma del contorno debe ser conservadora y determinada por la morfología del diente, bajo los criterios propuesto por el estudio, las paredes circundantes se extienden lo suficiente para lograr un acabado del borde marginal correcto, permitir la instrumentación y la inserción correcta del material de restauración en la cavidad.
- Las piedras de penetración inicial se colocan en un ángulo de 45° con la superficie externa del diente. Luego la angulación se modifica hasta ubicarse perpendicularmente a la superficie exterior del diente. Las paredes axiales son convexas, de acuerdo a la superficie externa del diente, en tanto que las paredes circundantes son ligeramente expulsivas en la dirección axio-vestibular, tomando en cuenta la orientación de los prismas del esmalte donde están ubicadas.
- Acabado de los márgenes del esmalte: Las piedras diamantadas se pasan por el ángulo cavo-superficial y así se logra determinar el borde marginal continuo y uniforme, lo que asegura el acabado correcto de los bordes de la restauración, sin realización de ningún tipo de bisel.

En el grupo D, se procedió a hacer una cavidad en la cara palatina de los mismos 20 premolares del Grupo C, con una piedra de diamante # 141-014XC de grano extra grueso de acuerdo con el estándar establecido:

Las preparaciones cavitarias se realizaron de acuerdo a los siguientes criterios:

- Forma de contorno: La forma del contorno debe ser conservadora y determinada por la morfología del diente, bajo los criterios propuesto por el estudio, las paredes circundantes se extienden lo suficiente para lograr un acabado del borde marginal correcto, permitir la instrumentación y la inserción correcta del material de restauración en la cavidad.

- Las piedras de penetración inicial se colocan en un ángulo de  $45^\circ$  con la superficie externa del diente. Luego la angulación se modifica hasta ubicarse perpendicularmente a la superficie exterior del diente. Las paredes axiales son convexas, de acuerdo a la superficie externa del diente, en tanto que las paredes circundantes son ligeramente expulsivas en la dirección axio-palatina, tomando en cuenta la orientación de los prismas del esmalte donde están ubicadas.
- Acabado de los márgenes del esmalte: Las piedras diamantadas se pasan por el ángulo cavo-superficial y así se logra determinar el borde marginal continuo y uniforme, lo que asegura el acabado correcto de los bordes de la restauración, sin realización de ningún tipo de bisel.

En esta metodología, a los 4 grupos se le aplicó ácido ortofosfórico (Kerr) en gel al 37 % por 30 segundos. Este se aplica sobre todo el ángulo cavo-superficial del esmalte, pero ojo, no sobre la dentina. Luego de esto, se procedió a lavar la cavidad con spray de agua y aire de la jeringa triple durante 60 segundos, y se procede a secar con aire. Después del grabado ácido del esmalte, con la ayuda de un microaplicador cavibrush, se procedió a aplicar una capa fina de adhesivo universal, retirando los excesos con un chorro suave de aire y se utilizó una lámpara LED para polimerizar durante el tiempo que recomiende el fabricante, generalmente es de unos 20 segundos de exposición a la luz. Se comienza a colocar la resina mediante la técnica de capas incrementales de 1 a 1.5 mm de espesor; se adapta con las espátulas correspondientes y se fotopolimeriza (40 segundos de exposición a la luz o lo que indique la empresa fabricante). Así se procedió sucesivamente hasta que se completó la restauración. Luego de esto, procedimos a almacenar todas las muestras en suero fisiológico, para que se produzca el fenómeno de expansión higroscópica (absorción de agua), y esperamos 24 horas para poder realizar el pulido de nuestras restauraciones siguiendo las indicaciones del fabricante.

#### **d) Proceso de Termociclaje**

Tras cubrir los ápices de nuestras muestras con acrílico de curado rápido, procedimos a aplicar esmalte de uñas transparente tanto en el ápice como en la raíz, dejando expuestas únicamente las superficies de los premolares que contenían el material a analizar.

El termociclado es un proceso que consiste en reproducir las temperaturas extremas que pueden encontrarse en la cavidad oral. Este proceso se llevará a cabo siguiendo el siguiente orden de operaciones:

- 20 segundos a 5° C ( $\pm 5^\circ$ )
- 20 segundos a 55°C ( $\pm 5^\circ$ )

El procedimiento se realizará durante 500 ciclos en una solución acuosa.

#### **e) Inmersión en el colorante**

Todos los grupos sumergirán sus muestras en recipientes de vidrio con azul de metileno al 2 % durante veinticuatro horas después del ciclo de calor. A continuación, se eliminarán las impurezas coloreadas limpiando toda la superficie exterior de la corona y la raíz con acetona, y enjuagándolas con agua.

#### **f) Corte de muestras**

Es necesario cortar muestras de cada uno de los cuatro grupos a lo largo del eje principal en dirección vestíbulo-palatina utilizando un disco de metal bioactivo. Como resultado de este procedimiento, se obtendrán dos hemisecciones, cada una con una superficie examinable.

#### **g) Observación en el estereomicroscopio**

Se utilizará el estereomicroscopio para estudiar las muestras con un aumento de 32x y así determinar el grado de filtración del colorante. La siguiente tabla se utilizará como referencia para el análisis:

**TABLA 2 Grados de Filtración**

Grado 0: No hay penetración del colorante
Grado 1: Penetración del colorante hasta la mitad de la pared gingival u oclusal de esmalte
Grado 2: Penetración del colorante en toda la pared oclusal o gingival de esmalte
Grado 3: Penetración del colorante hasta la mitad de la pared gingival u oclusal de dentina
Grado 4: Penetración del colorante en toda la pared oclusal o gingival de dentina
Grado 5: Penetración del colorante en la pared axial o piso de la cavidad

## 1.2 Instrumentos

- a) Instrumento documental. Ficha de registro de datos
- b) Instrumental
  - Estereomicroscopio
  - Equipo para ciclaje térmico
  - Piedras de grano fino (# 141-014F), medio (# 141-014M), grueso (# 141-014C) y extra grueso (# 141-014XC)
  - Frascos de vidrio
  - Jeringa triple
  - Lámpara de luz halógena
  - Pieza de mano de alta velocidad
  - Cámara fotográfica
  - Computadora
  - Impresora
  - Calibrador

### 1.3 Materiales

- Resinas de fotocurado
- Ácido ortofosfórico al 37 %
- Agente adhesivo universal
- Colorante azul de metileno al 2 %
- 40 premolares
- Agua oxigenada
- Agua destilada

## 2.- CAMPO DE VERIFICACIÓN

### 2.1 Ubicación espacial:

**Ámbito general:** Arequipa

**Ámbito específico:** Laboratorios y gabinetes de la UCSM

#### 2.1.1 Ubicación Temporal

Todos los múltiples aspectos del proyecto de investigación, incluyendo el diseño metodológico, la recolección de datos experimentales y el análisis de dichos datos, pudieron ser completados dentro del tiempo continuo y adecuado que abarcó la investigación, la cual se llevó a cabo durante el transcurso de los semestres académicos pares e impares del año 2024.

### 2.2 Unidades de estudio

Se optó por la conformación de cuatro grupos experimentales:

- Grupo A: Constituido por 20 restauraciones en premolares (cara vestibular) en los cuales se utilizará las piedras de grano fino

- Grupo B: Constituido por 20 restauraciones en premolares, (cara palatina) en los cuales se utilizará las piedras de grano medio
- Grupo C: Constituido por 20 restauraciones en premolares, (cara vestibular) en los cuales se utilizará las piedras de grano grueso
- Grupo D: Constituido por 20 restauraciones en premolares, (cara palatina) en los cuales se utilizará las piedras de grano extra grueso

### 3.- ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1 ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN

##### 3.1.1 Organización

Procedimiento de recolección y preparación de las unidades de estudio destinadas a la obtención de las muestras experimentales

##### 3.1.2 Recursos

###### a. Recursos Humanos

- a.1. Investigador : Fernando Miranda Mamani
- a.2. Asesor : Dr. Renan Tejada Tejada

###### b. Recursos Físicos

Instalaciones de laboratorio que estén dotadas de suficiente instrumental para alcanzar los objetivos planteados, así como la ayuda del análisis estadístico y de internet.

###### c. Recursos Económicos

Los recursos utilizados para la elaboración de este trabajo investigativo estuvieron única y exclusivamente a cargo del investigador encargado o tesista.

#### d. Recursos Institucionales

Universidad Católica de Santa María. Laboratorios y gabinetes.

### 4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS

#### 4.1 Plan de procesamiento de los datos

##### a. Tipo de procesamiento

Todo lo relativo al procesamiento de datos se realizó de forma manual, lo que requirió la participación directa de seres humanos en cada fase del flujo de trabajo, sin el uso de algoritmos o scripts automatizados.

##### b. Operaciones del procesamiento

###### b.1. Clasificación

Se utilizó una hoja de cálculo para ordenar los datos que se recolectaron en una matriz de sistematización y se aprovecharon las capacidades de procesamiento automatizado que incluye el programa.

###### b.2. Codificación

Digital

###### b.3. Recuento

El algoritmo, configurado para aceptar el tamaño de la población de investigación (N) como variable de entrada, formaba parte de un protocolo automatizado utilizado para ejecutar el procedimiento. La eficiencia y replicabilidad del enfoque se garantizaron mediante la implementación de este procedimiento estandarizado, que ajustaba dinámicamente sus operaciones en función del número de unidades de análisis procesadas.

#### b.4. Tabulación

Todos los resultados, datos obtenidos y toda la expresión numérica fueron ordenados en tablas para su mejor comprensión, así también, dichas tablas fueron interpretadas una por una.

#### b.5. Graficación

Se realizaron gráficos o figuras del tipo de barras.

### 4.2 Plan de análisis de datos

#### a. Tipo de análisis

Cualitativo

#### b. Tratamiento estadístico

**TABLA 3 Estadística**

<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>	<b>Escala de Medición</b>	<b>Medidas Estadísticas</b>	<b>Pruebas estadísticas</b>
Microfiltración marginal	Comparativa, experimental	Ordinal	Frecuencias porcentuales	U de Mann Whitney



# CAPÍTULO III

## RESULTADOS

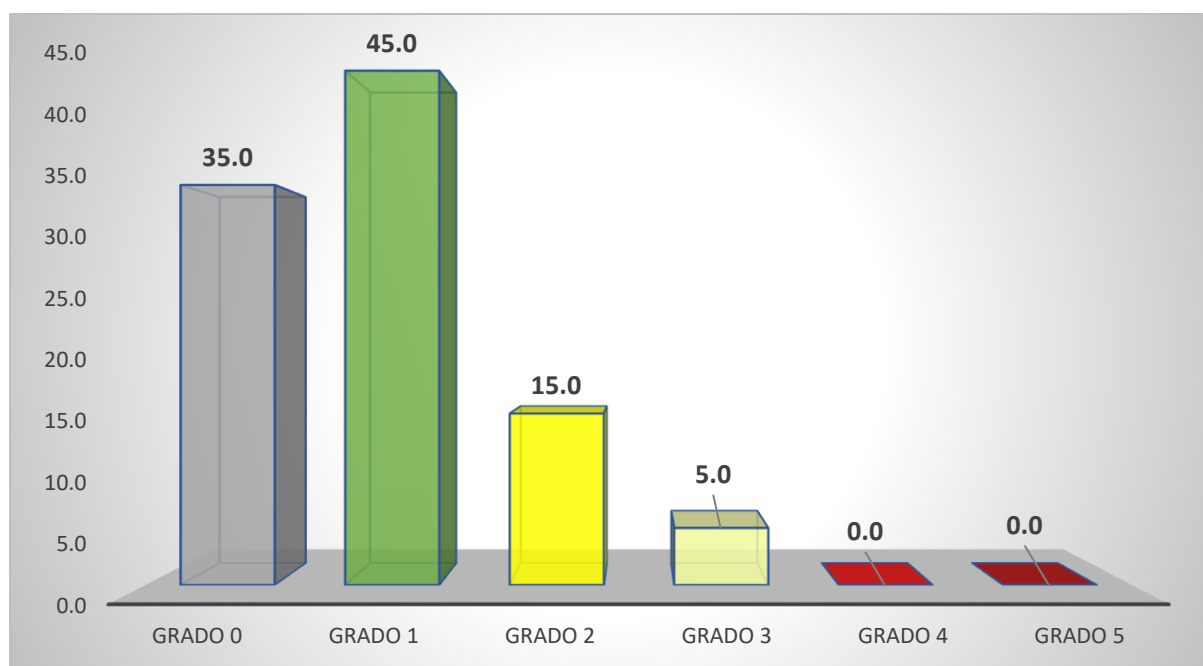
**TABLA 4 Filtración Marginal – Grano Fino**

<b>GRANO FINO MICROFILTRACIÓN</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
No hay penetración Grado 0	7	35,0
Penetración hasta la mitad de la pared esmalte Grado 1	9	45,0
Penetración en todo el esmalte Grado 2	3	15,0
Penetración hasta la mitad de dentina Grado 3	1	5,0
Penetración totalidad dentina Grado 4	0	0,0
Penetración hasta piso axial Grado 5	0	0,0
Total	20	100.0

\*Matriz de datos

En esta tabla podemos observar que, al realizar cavidades con la piedra diamantada de grano fino, el mayor porcentaje de filtración marginal, con 45 % de los casos, fue de grado 1, es decir, la penetración del colorante fue hasta la mitad de la pared del esmalte. Mientras que en ningún caso se presentó filtración de grado 4 o grado 5.

**FIGURA 1 Filtración Marginal – Grano Fino**



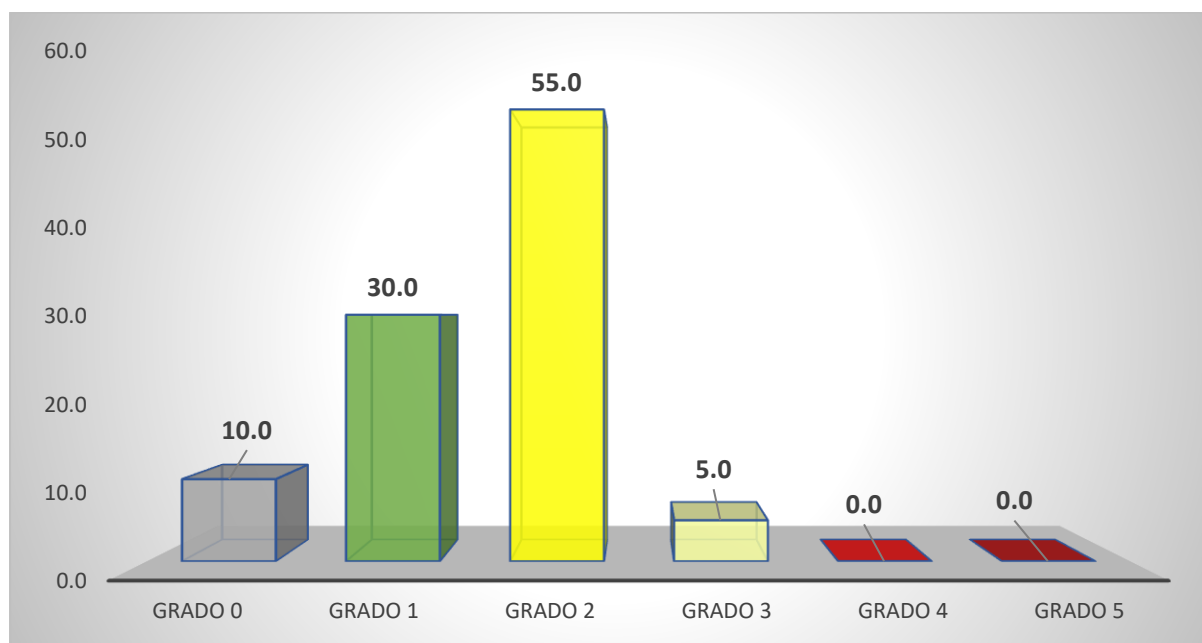
**TABLA 5 Filtración Marginal – Grano Medio**

<b>GRANO MEDIO MICROFILTRACIÓN</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
No hay penetración Grado 0	2	10,0
Penetración hasta la mitad de la pared esmalte Grado 1	6	30,0
Penetración en todo el esmalte Grado 2	11	55,0
Penetración hasta la mitad de dentina Grado 3	1	5,0
Penetración totalidad dentina Grado 4	0	0,0
Penetración hasta piso axial Grado 5	0	0,0
Total	20	100.0

\*Matriz de datos

En esta tabla, también descriptiva, observamos que la mayoría de las muestras con un 55 % de los casos, presentaron filtración en todo el esmalte (grado 2), seguida de las filtraciones grado 1 con un 30 % de los casos, mientras que al igual que en la tabla anterior, las filtraciones de grado 4 y grado 5, no presentaron ningún caso

**FIGURA 2 Filtración Marginal – Grano Medio**



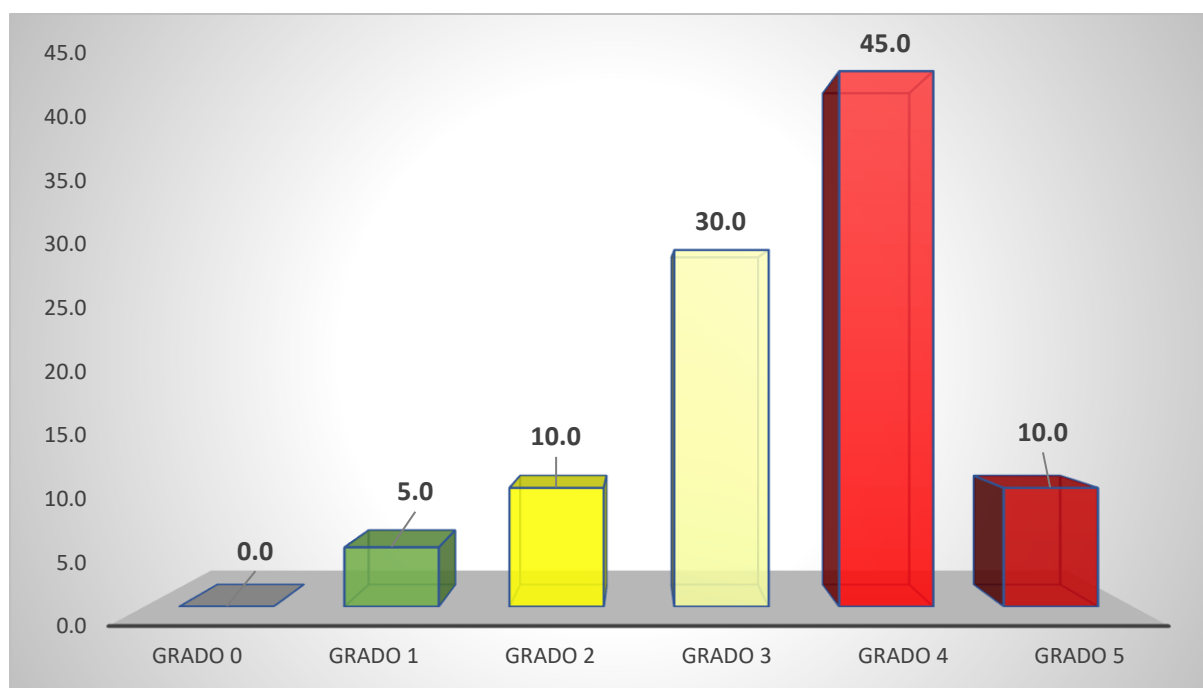
**TABLA 6 Filtración Marginal – Grano Grueso**

<b>GRANO GRUESO MICROFILTRACIÓN</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
No hay penetración Grado 0	0	0,0
Penetración hasta la mitad de la pared esmalte Grado 1	1	5,0
Penetración en todo el esmalte Grado 2	2	10,0
Penetración hasta la mitad de dentina Grado 3	6	30,0
Penetración totalidad dentina Grado 4	9	45,0
Penetración hasta piso axial Grado 5	2	10,0
Total	20	100.0

\*Matriz de datos

En la siguiente tabla en donde se realizó las cavidades con piedras de grano grueso, podemos verificar que el mayor porcentaje de filtración (45 %) se produjo en grado 4, es decir, la filtración fue en la totalidad de la dentina, mientras que aparece un par de casos (10 %), en los que se produjo filtración de grado 5.

**FIGURA 3 Filtración Marginal – Grano Grueso**



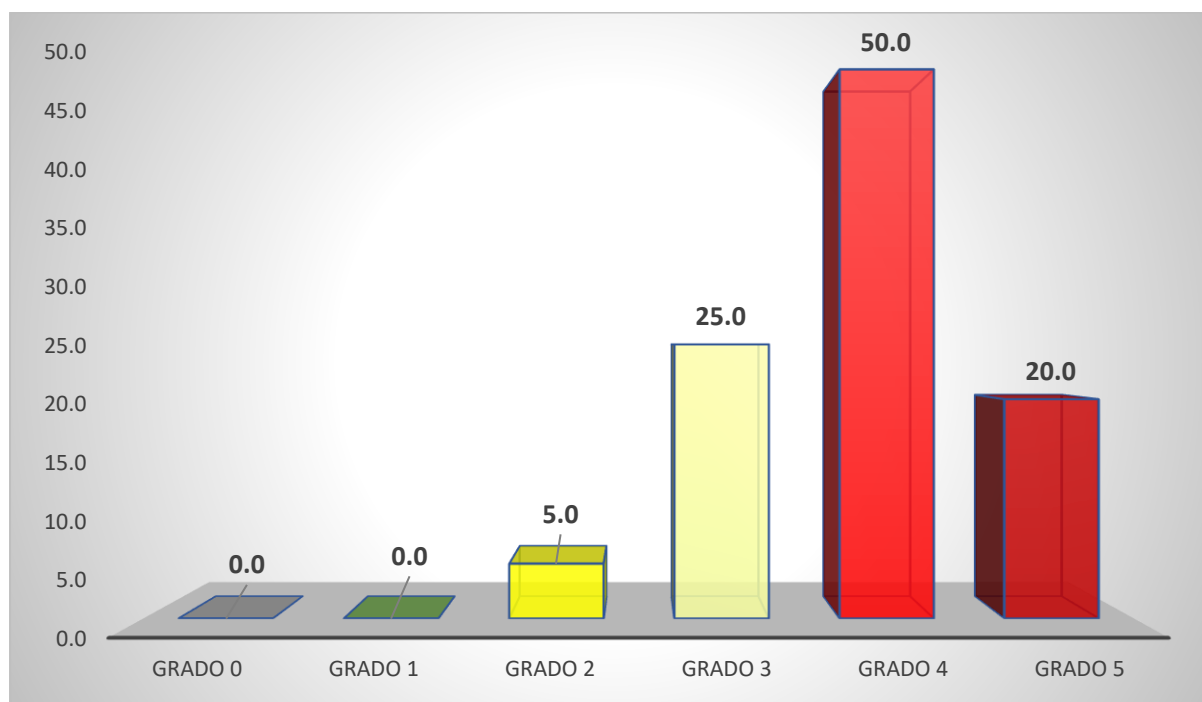
**TABLA 7 Filtración Marginal – Grano Extra Grueso**

<b>GRANO EXTRAGRUESO MICROFILTRACIÓN</b>	<b>N°</b>	<b>%</b>
No hay penetración Grado 0	0	0,0
Penetración hasta la mitad de la pared esmalte Grado 1	0	0,0
Penetración en todo el esmalte Grado 2	1	5,0
Penetración hasta la mitad de dentina Grado 3	5	25,0
Penetración totalidad dentina Grado 4	10	50,0
Penetración hasta piso axial Grado 5	4	20,0
Total	20	100,0

\*Matriz de datos

En la tabla número 4 podemos observar que, al realizar cavidades con piedras de grano extra grueso, en la mitad de los casos (50 %) se presentó una filtración de grado 4, pero con un aumento en los casos de grado 5 (20 %), es decir, que la filtración alcanzó hasta el piso de la cavidad.

**FIGURA 4 Filtración Marginal – Grano Extra Grueso**



**TABLA 8 Relación Tamaño del grano – Filtración Marginal**

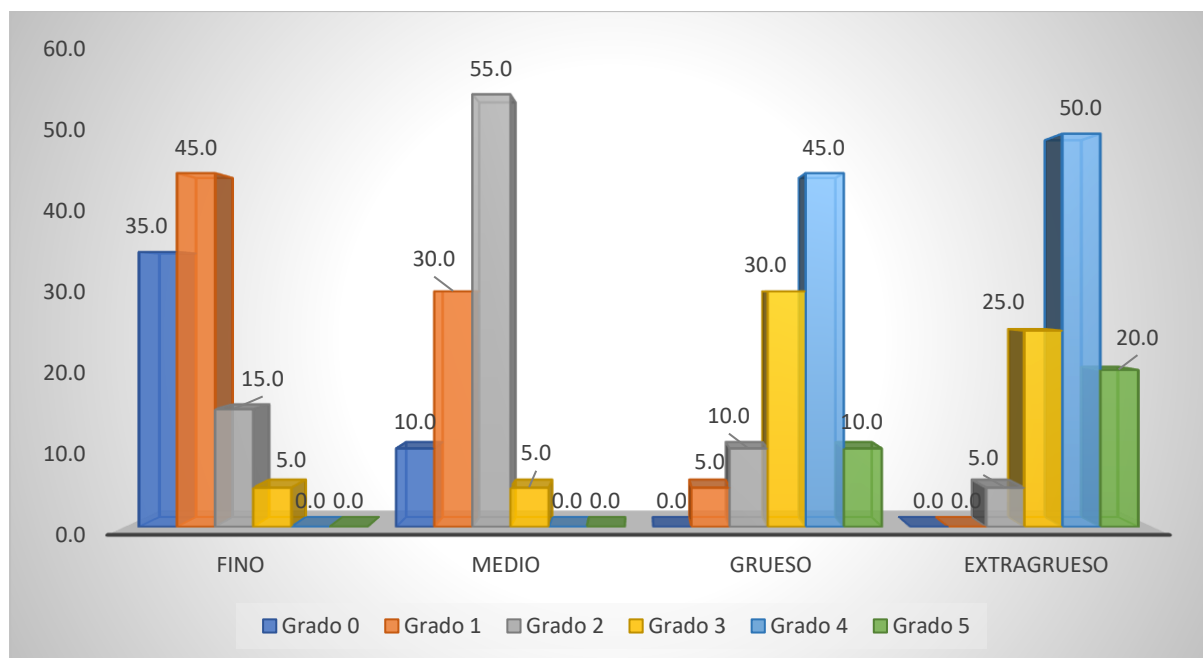
Microfiltración	Tamaño Grano							
	Fino		Medio		Grueso		Extragrueso	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Grado 0	7	35,0	2	10,0	0	0,0	0	0,0
Grado 1	9	45,0	6	30,0	1	5,0	0	0,0
Grado 2	3	15,0	11	55,0	2	10,0	1	5,0
Grado 3	1	5,0	1	5,0	6	30,0	5	25,0
Grado 4	0	0,0	0	0,0	9	45,0	10	50,0
Grado 5	0	0,0	0	0,0	2	10,0	4	20,0
Total	20	100,0	20	100,0	20	100,0	20	100,0

\*Matriz de datos

P = 0,000 (P < 0.05) S.S.

Debido a que estamos comparando una característica cualitativa ordinal como es la microfiltración en cavidades realizadas con cuatro tipos de grano de las piedras de diamante, para comparar todos los grupos usamos la prueba estadística de U de Mann Whitney, la cual nos indica que siendo el valor de P menor a 0,05, existe una diferencia significativa en los cuatro grupos comparados en donde vemos que los mayores porcentajes de filtración con las piedras fina y media se presentan en la mitad del esmalte o en la totalidad de este respectivamente. Mientras que la filtración en la totalidad de la dentina (grado 4), se presentó mayormente al usar piedras de grano grueso y extra grueso.

**FIGURA 5 Relación Tamaño del grano – Filtración Marginal**



## DISCUSIÓN

La presente investigación ha logrado validar la hipótesis planteada, demostrando que existe una relación directa entre el tamaño del grano de las piedras diamantadas y el grado de microfiltración marginal en restauraciones de resina. Los hallazgos obtenidos confirman que a medida que aumenta el tamaño del grano de diamante, se incrementa la filtración marginal, lo que resalta la importancia de una correcta selección del instrumental para minimizar este efecto no deseado. Estos resultados contribuyen significativamente al conocimiento en odontología restauradora, proporcionando evidencia científica que respalda la necesidad de optimizar los protocolos de preparación cavitaria para mejorar la longevidad y la calidad de las restauraciones.

Al revisar el antecedente titulado: “Evaluación de la microfiltración en restauraciones clase I de premolares con resina compuesta nanohíbrida y resina bulk fill” realizado en la Universidad Católica Santa María el 2017 (21), podemos darnos cuenta que existe una similitud con nuestro estudio en el sentido que también se produjo microfiltración en las muestras examinadas, pero a diferencia de nuestra investigación, en el estudio del 2017 no encontraron una diferencia significativa en esa variable, en cambio en nuestro estudio si se presentó una diferencia marcada luego de las pruebas estadísticas.

Al comparar con el tema titulado: “Influencia del tiempo de grabado selectivo en esmalte con el uso de un adhesivo universal en el grado de microfiltración en restauraciones directas con resina compuesta” del 2021 en Huancayo (22), podemos observar que la variable grabado selectivo si influye en la microfiltración. A pesar que los resultados del estudio de la Universidad Roosevelt no mostraron diferencias estadísticas significativas, las muestras que recibieron grabado selectivo presentaron menos filtración. Se coincide con nuestro trabajo en la validez de la hipótesis, al demostrar que las variables independientes, como el tamaño de grano en nuestro caso, si influyen en la microfiltración, así como la variable grabado selectivo, influye en el estudio de Huancayo.

Al analizar el antecedente: “Comparación del grado de microfiltración en restauraciones directas de resina compuesta empleando dos sistemas adhesivos adper single bond 2 y single bond universal” realizado el 2019 en Lima (23), se puede relacionar con nuestro estudio al punto que en ambos trabajos se llegó a encontrar diferencias significativas en los resultados en cuanto a la comparación de los grupos estudiados. Si bien las variables usadas fueron distintas,

ya que en el trabajo de la Universidad Wiener se comparó 2 tipos de adhesivos diferentes, pero las hipótesis en ambas investigaciones fueron validadas con los resultados.

En cuanto al antecedente de: “Microfiltración en restauraciones de resina realizadas con diferentes sistemas adhesivos estudio In Vitro” realizado en la Universidad Veracruzana en el 2016 (24), vemos que en este trabajo también fueron comparados dos sistemas adhesivos, pero variando la técnica de hibridación. Según sus resultados, la investigación realizada en México solo quería comprobar si había o no microfiltración, encontrando en 90 % en un grupo y 100 % en el otro, y con esos resultados validaron sus objetivos. La diferencia con nuestro trabajo es que nosotros investigamos la influencia del tamaño de grano de las piedras de diamante sobre la microfiltración. La semejanza podría ser que en ambos estudios se encontraron filtraciones en casi la totalidad de las muestras.

Por último, al revisar el trabajo titulado: “Protocolos clínicos para evitar microfiltraciones en restauraciones directas”, del 2021 de la Universidad de Guayaquil (25), vemos que es un estudio descriptivo y de revisión bibliográfica, en la que investigan toda la información referente a los protocolos más utilizados para tratar de evitar o disminuir la microfiltración en las restauraciones de todo tipo. A la luz de los resultados obtenidos por el estudio de la Universidad de Guayaquil, se puede decir que respaldan nuestro trabajo, ya que ellos indican que se debe aplicar un protocolo que disminuya la filtración marginal, y según nuestro trabajo comprobamos que es recomendable utilizar piedras de diamante de grano más fino para disminuir el riesgo de microfiltración marginal.

Los hallazgos de esta investigación demuestran que el tamaño del grano de las piedras diamantadas que se usan para la confección de cavidades, así como el tipo de estructura dental (esmalte/dentina) influyen significativamente en la microfiltración. Es fundamental indicar que los hallazgos obtenidos en nuestro trabajo son consistentes con otras investigaciones sobre microfiltración.

## CONCLUSIONES

### PRIMERA

El mayor porcentaje (45 %) de filtración marginal en cavidades preparadas con piedra de grano fino fue de grado 1, es decir que hubo filtración hasta la mitad del esmalte

### SEGUNDA

En el caso de las cavidades preparadas con piedra diamantada de grano medio, la filtración marginal fue mayoritariamente en la totalidad del esmalte, con un porcentaje de 55 %.

### TERCERA

En las cavidades preparadas con piedra de grano grueso, la filtración se produjo mayormente en la totalidad de la dentina (45 %), pero presentando también un alto porcentaje en filtración de grado 3 (30 %), es decir hasta la mitad de la dentina.

### CUARTA

Finalmente, en las cavidades preparadas con piedras extra gruesas, en la mitad de las muestras (50 %) la filtración marginal se produjo en la totalidad de la dentina; pero un número creciente de muestras (20 %) presento filtración hasta el piso de la cavidad, es decir, filtración grado 5.

### QUINTA

En conclusión, observamos que si existe relación entre la rugosidad superficial de las paredes de la cavidad producida por el tamaño del grano de las piedras diamantadas y la microfiltración marginal. En el caso de nuestro estudio, a mayor tamaño del grano, mayor es la filtración marginal.

## RECOMENDACIONES

1. A nuevos investigadores y tesistas se recomienda investigar más sobre la microfiltración marginal, otras posibles causas, consecuencias, y que métodos se pueden utilizar para disminuir los efectos nocivos de la filtración en los distintos materiales dentales.
2. También se les recomienda profundizar en el estudio de la microfiltración marginal, no solo analizando causas clásicas como la contracción de polimerización, o el uso de ciclaje térmico, sino también otros factores como el trauma oclusal y el uso de sustancias ácidas, que pueden afectar el sellado y acelerar la degradación de los materiales dentales.
3. A los odontólogos se sugiere seleccionar cuidadosamente las piedras diamantadas de grano más adecuado para cada procedimiento restaurador, priorizando aquellas que generen una superficie más lisa y favorezcan una mejor adaptación del material, reduciendo así el riesgo de filtración marginal.
4. A los fabricantes se recomienda desarrollar y optimizar piedras diamantadas con tamaños de grano controlados que permitan un equilibrio entre eficiencia en el desgaste del tejido dental y una menor rugosidad superficial, promoviendo mejores resultados en la adhesión de los materiales restauradores.

## Referencias Bibliográficas

1. ANTONIO CAMPOS MUÑOZ MEGDF. Histología y Embriología Bucodental. Segunda ed.: Médica Panamericana S.A; 2002.
2. PINDBORG IAM. Histología Del Diente Humano. Primera ed.: Editorial Labor; 1974.
3. STURDEVANT CM. Operatoria Dental : Arte y Ciencia. Tercera ed.: Mosby/Doyma Libros S.A.; 1996.
4. Daniel J. Chiego. Principios de HISTOLOGÍA y EMBRIOLOGÍA BUCAL con orientación clínica. Cuarta ed. Barcelona: ELSEVIER; 2014.
5. NANJI A. Ten Cate's Oral Histology. Octava ed.: ELSEVIER/Mosby; 2012.
6. Mosby. DICCIONARIO DE ODONTOLOGÍA. Segunda edición ed. Barcelona, España: Elsevier España, S.L.; 2009.
7. Navarro MA. Conceptos Actuales sobre el Complejo Dentino-Pulpar Fisiología Pulpar. Carlo Bóveda. 2006.
8. Odontochile. Odontoblastos. Histología. Disponible en: [www.odontochile.cl/archivos/primerohistologia/odontoblasto.doc](http://www.odontochile.cl/archivos/primerohistologia/odontoblasto.doc)
9. MUÑOZ RR. EMBRIOLOGÍA, HISTOLOGIA Y FISIOLOGÍA PULPAR. Notas para el estudio de Endodoncia. 2011. Disponible en: <https://www.iztacala.unam.mx/rrivas/histologia4.html>
10. Roberto Leandro Costa JGAL. Operatoria dental : Nociones para el aprendizaje. Perimera ed. Buenos Aires: Editorial Universidad Nacional de la Plata; 2020.
11. MONDELLI J. Fundamentos de odontologia restauradora. Primera ed.: Grupo Editorial Santos Editores; 2009.
12. STEENBECKER O. Principios y bases de los biomateriales en operatoria dental estetica adhesiva. Primera ed. Valparaíso: Editorial: Universidad de Valparaíso; 2006.

13. Nocchi Conceição E. Odontología restauradora. Salud y estética. 2nd ed. Frydman ADCMyJ, editor. Buenos Aires: EDITORIAL MÉDICA PANAMERICANA, S.A.C.F.; 2007.
14. Hervás García Adela MLMACVJBEAFGP. Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. Med. oral patol. oral cir.bucal (Internet. 2006 Abril; 11(2).
15. BARATIERI LN. Operatoria dental: procedimientos preventivos y restauradores Sao Paolo: Editora Quintessence; 1993.
16. Macchi RL. Materiales Dentales. Cuarta ed.: Editorial Médica Panamericana; 2004.
17. Espinoza Wood TM. Análisis comparativo invitro del grado de filtración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas utilizando el sistema adhesivo Adper Single Bond 2 con grabado acidoy Sinlgle Bond Universal con y sin grabado acido. Tesis. Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de Odontología; 2014.
18. PEREIRA SÁNCHEZ NATALIE JBA. Microfiltración de restauraciones clase v de resina compuesta colocadas con un adhesivo auto-acondicionante y un adhesivo de grabado total. ODOUS CIENTIFICA. 2007 Diciembre; VIII(2).
19. GABRIELA MARINA FALCONÍ BORJA CGMPBVVRADCAV. Evaluación del grado de microfiltración en restauraciones de resina compuesta, comparando dos sistemas adhesivos tras diferentes períodos de envejecimiento. Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. 2016; 27(2).
20. ABRIL VJV. Análisis comparativo del nivel de micro filtración marginal entre sistemas adhesivos grabables y autograbables. Estudio in vitro. Editorial de Ciencias Odontológicas Universidad de Guayaquil. 2017.
21. Delgado Mendoza LR. Evaluación de la microfiltración en restauracionesclase I de premolares con resina compuesta nanohíbrida y resina bulk fill. Tesis para título profesional. Arequipa: Universidad Católica de Santa María, Escuela Profesional de Odontología; 2018.

22. GALVÁN ORIHUELA EYQQ,A. Influencia del tiempo de grabado selectivo en esmalte con el uso de un adhesivo universal en el grado de microfiltración en restauraciones directas con resina compuesta. Tesis para título profesional. Huancayo: Universidad Roosevelt, ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGIA; 2021.
23. CHIPANA DAMIAN AA. Comparación del grado de microfiltración en restauraciones directas de resina compuesta empleando dos sistemas adhesivos adper single bond 2 y single bond universal. Tesis para título profesional. Lima: Universidad Norbert Wiener, ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA; 2019.
24. Herrera Raya SSRMVRGI. Microfiltración en restauraciones de resina realizadas con diferentes sistemas adhesivos estudio In Vitro. Revista Odontológica Latinoamericana. 2016 Diciembre; 8(2).
25. BAZÁN NMA. Protocolos clínicos para evitar microfiltraciones en restauraciones directas. Tesis. Guayaquil: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, FACULTAD DE ODONTOLOGÍA; 2021.

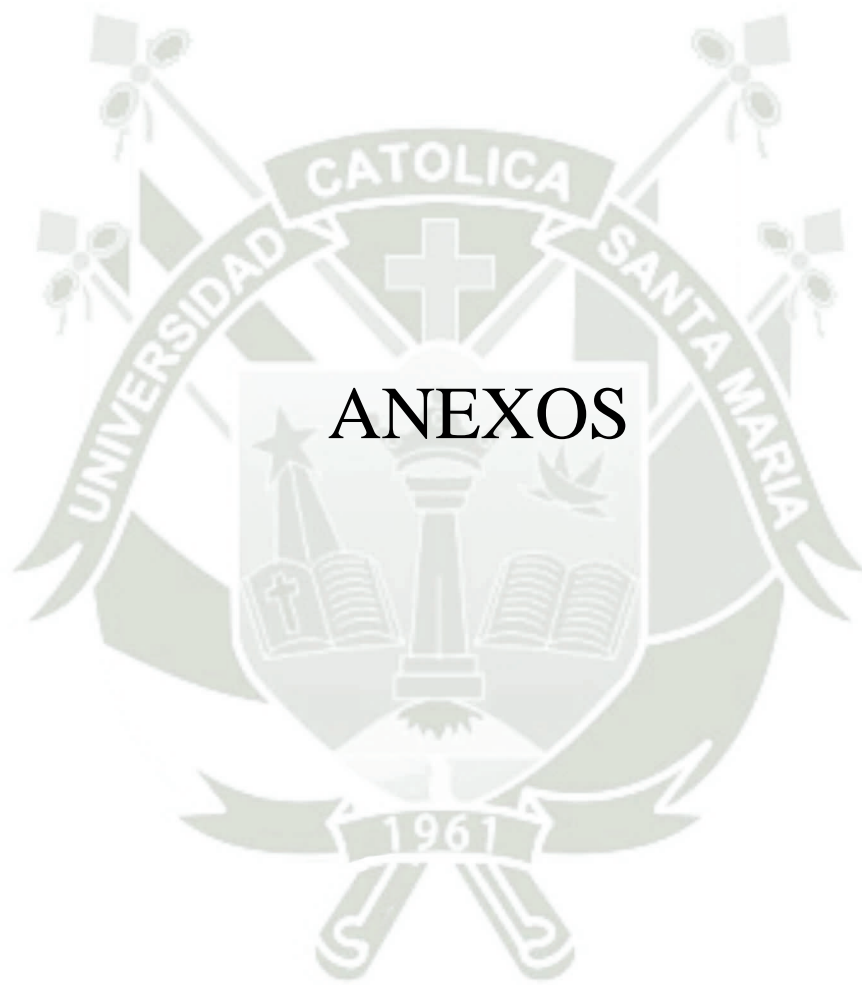


TABLA 9 Datos – Grupos A y B

N° de Muestra	Grano Fino (Rojo) / Grado	Grano Medio (Azul) / Grado
1	1	2
2	2	2
3	3	2
4	1	2
5	2	2
6	1	2
7	1	2
8	0	2
9	1	1
10	0	0
11	0	1
12	1	1
13	0	1
14	0	1
15	1	2
16	0	3
17	1	2
18	2	1
19	0	0
20	1	2

\*Elaboración propia

TABLA 10 Datos – Grupos C y D

N° de Muestra	Grano Grueso (Verde) / Grado	Grano Extra grueso (Negro) / Grado
1	4	5
2	4	5
3	5	3
4	4	3
5	4	4
6	1	4
7	4	4
8	4	4
9	5	5
10	4	4
11	3	4
12	2	4
13	3	4
14	2	3
15	3	2
16	4	3
17	3	3
18	3	4
19	3	5
20	4	4

\*Elaboración propia

## REGISTRO VISUAL

**FIGURA 6 Grano Fino**



\*Elaboración propia

**FIGURA 7 Grano Medio**



\*Elaboración propia

**FIGURA 8 Grano Grueso**



\*Elaboración propia

**FIGURA 9 Grano Extra Grueso**



\*Elaboración propia

**FIGURA 10 Preparación de Muestras**



\*Elaboración propia

**FIGURA 11 Preparación de Muestras**



\*Elaboración propia

**FIGURA 12 Preparación de Muestras**



\*Elaboración propia

**FIGURA 13 Preparación de Muestras**



\*Elaboración propia

**FIGURA 14 Distribución de Grupos**



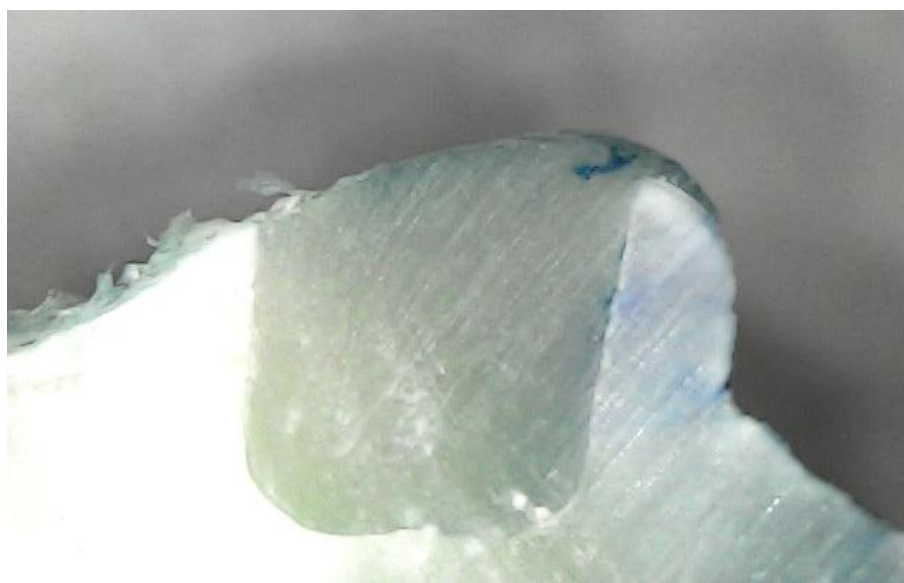
\*Elaboración propia

**FIGURA 15 Estereomicroscopio**



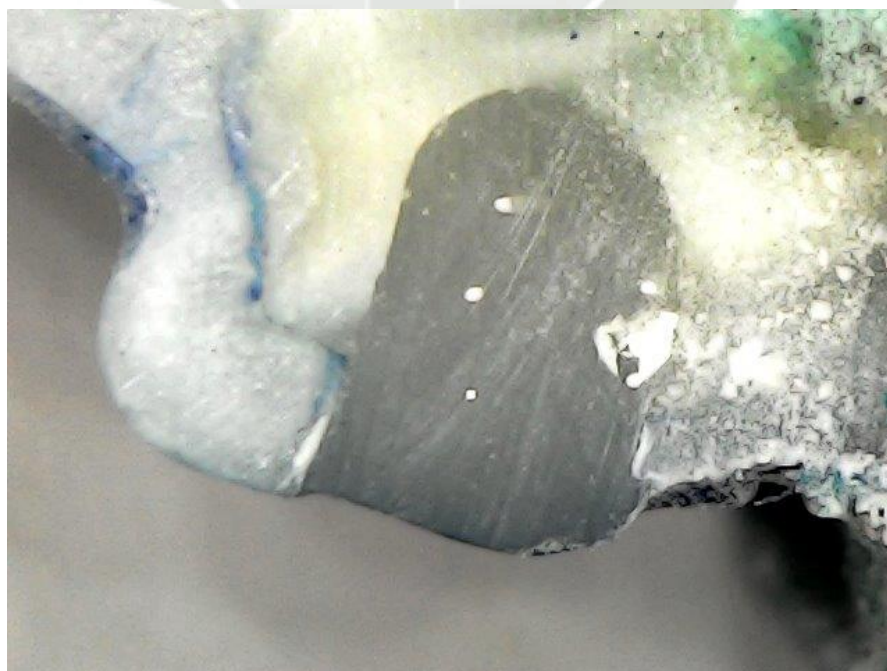
\*Elaboración propia

**FIGURA 16 Filtración Grado 1**



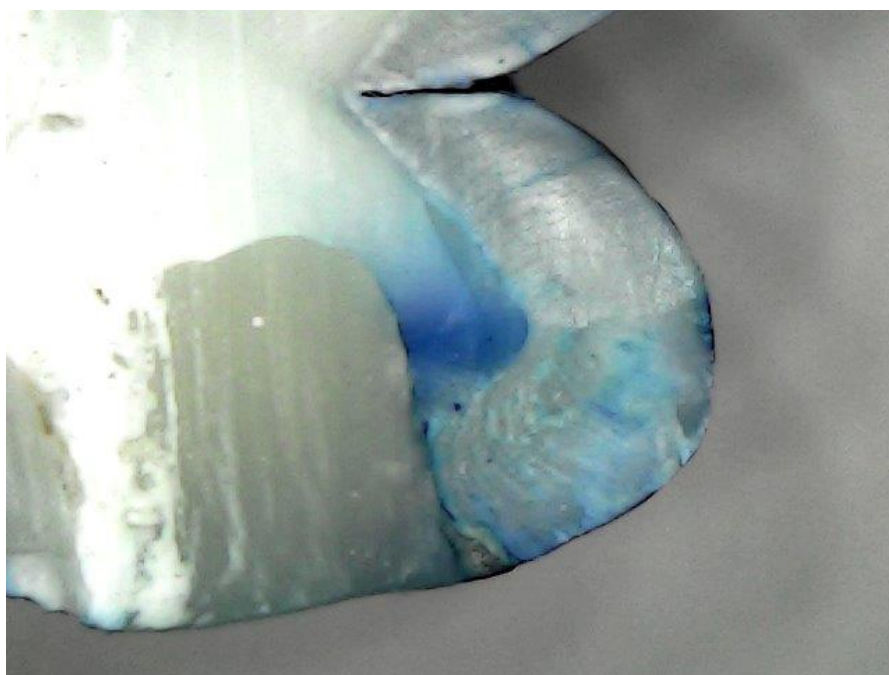
\*Elaboración propia

**FIGURA 17 Filtración Grado 2**



\*Elaboración propia

**FIGURA 18 Filtración Grado 4**



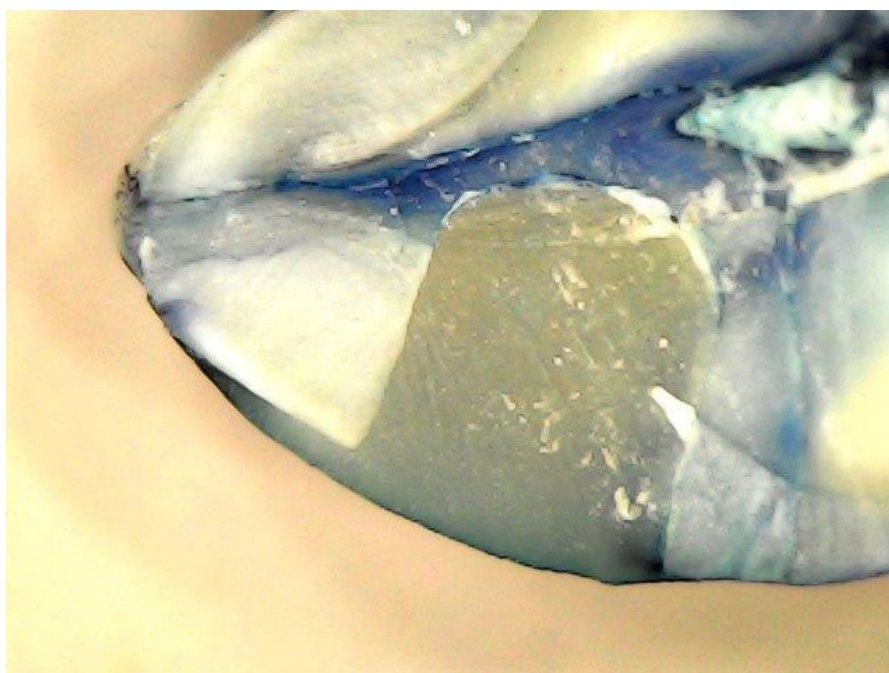
\*Elaboración propia

**FIGURA 19 Filtración Grado 2**



\*Elaboración propia

**FIGURA 20 Filtración Grado 5**



\*Elaboración propia

**FIGURA 21 Filtración Grado 2**



\*Elaboración propia

## COMITÉ DE ÉTICA INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIÓN UCSM



### DICTAMEN COMITÉ DE ETICA DE INVESTIGACION UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

Arequipa, 4 de diciembre de 2025

Investigador                      Miranda Mamani, Fernando

Presente.-

De mi especial consideración.

Me dirijo a usted para hacerle llegar el resultado de la evaluación de su proyecto de investigación y dictamen del Comité Institucional de Ética de Investigación.

**TÍTULO:** "Influencia del tamaño del grano de diamante de las piedras dentales para preparaciones cavitarias en la microfiltración marginal de restauraciones de resina en premolares, utilizando un adhesivo universal, Arequipa 2024".

Investigador: Miranda Mamani, Fernando.

**TIPO Y DISEÑO:** Cualitativo, experimental, laboratorial, transversal, aplicado.

**OBJETIVO:** La investigación tiene como objetivo: Determinar si el tamaño del grano de las piedras de diamante tiene influencia en el grado de filtración marginal de la restauración finalizada.

**PROCEDIMIENTOS:** Realización de experimentos controlados y observación sistemática en laboratorio.



COMITÉ DE ÉTICA INSTITUCIONAL DE INVESTIGACIÓN UCSM



**DICTAMEN COMITÉ DE ETICA DE INVESTIGACION  
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA**

**SUJETOS DE ESTUDIO:**

Premolares superiores sin caries, almacenados en agua destilada.

**RIESGO DEL ESTUDIO:**

Mínimo.

**OBSERVACIONES, SUGERENCIAS:**

Debe proteger confidencialidad de la data sensible.

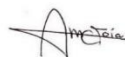
**DICTAMEN:**

*DICTAMEN FAVORABLE 453 - 2025 CIEI-UCSM*



**VIGENCIA:**

La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente dictamen hasta el 4 de diciembre de 2026.



Agueda Muñoz Del Carpio Toia  
Comité Institucional de Ética de la Investigación UCSM

Cualquier duda comunicarse a: [comiteeticainvestigacionucsm@gmail.com](mailto:comiteeticainvestigacionucsm@gmail.com)